



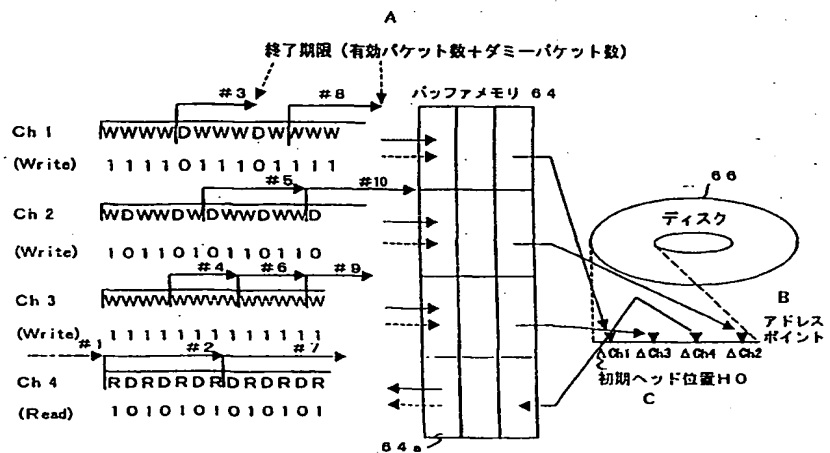
(51) 国際特許分類7 <b>G06F 13/10, 3/06, H04N 5/85, G11B 20/10</b>	<b>A1</b>	(11) 国際公開番号 <b>WO00/42515</b>  (43) 国際公開日 2000年7月20日(20.07.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/05679  (22) 国際出願日 1999年10月14日(14.10.99)  (30) 優先権データ 特願平11/4979 1999年1月12日(12.01.99) JP  (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 富士通株式会社(FUJITSU LIMITED)[JP/JP] 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 岡田佳之(OKADA, Yoshiyuki)[JP/JP] 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa, (JP) (74) 代理人 大菅義之(OSUGA, Yoshiyuki) 〒102-0084 東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル3F Tokyo, (JP)		(81) 指定国 JP, US, 欧州特許 (DE, FR, GB)  添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title: ACCESS CONTROL DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING ACCESS TO RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称 記録媒体へのアクセスを制御するアクセス制御装置および方法

(57) Abstract

During a write processing for channels (Ch1, Ch2, Ch3), the end limit of each channel is set according to the transfer rate varying with the ratio of the number of effective packets to that of dummy packets, and end limit information is written on a disk along with write data. In a read processing for the channel (Ch4), the end limit is set according to the end limit information which is read out of the disk along with read data. Processings of earlier end limits are carried out in order. Considering the difference between the transfer rates at the outer and inner peripheries of the disk, a write zone is determined. When simultaneous recording for the channels (Ch1, Ch2) on an ASMO of groove/land recording system is carried out, data through the channel (Ch1) are recorded along grooves and data through the channel (Ch2) are recorded along lands, sequentially.



A ... END LIMIT (NUMBER OF EFFECTIVE PACKETS + NUMBER OF DUMMY PACKETS)

B ... ADDRESS POINT

C ... INITIAL HEAD POSITION HO

64 ... BUFFER MEMORY

66 ... DISK

## (57)要約

チャネルCh1、Ch2、Ch3のWrite処理においては、有効パケットとダミー・パケットの割合により変化する転送レートに基づいて各チャネルの終了期限が設定され、終了期限情報が書き込みデータとともにディスクに書き込まれる。また、チャネルCh4のRead処理においては、読み出しデータとともにディスクから読み出された終了期限情報に基づいて、終了期限が設定される。そして、終了期限の速い処理から順に実行される。また、ディスクの外周と内周の転送レートの差を考慮して、書き込みゾーンが決定される。また、グループ・ランド記録方式のASMOにチャネルCh1、Ch2の同時記録を行う場合、チャネルCh1のデータはグループに沿って、チャネルCh2のデータはランドに沿ってシーケンシャルに記録する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	CW	ギニア・ビサウ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CZ	チェコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

## 明細書

## 記録媒体へのアクセスを制御するアクセス制御装置および方法

## 5 技術分野

本発明は、複数チャンネルのデータを同時に記録／再生するために、記録媒体へのアクセスを制御するアクセス制御装置およびその方法に関する。

## 10 背景技術

近年、マイクロコンピュータやMPEG2 (Moving Picture Experts Group phase 2) 等の動画符号化／復号化LSI (Large Scale Integration) の発展に伴い、映像のデジタル化が飛躍的に進み、その結果として、20世紀から21世紀に向けて、テレビジョン放送がアナログからデジタルへ急激に変化しようとしている。

また、BS (Broadcasting Satellite)、CS (Communications Satellite) 等を利用した衛星放送では数100チャンネルのプログラムを用意し、視聴者の多様化に応えようとしている。

放送のデジタル化および多チャンネル化が進むにつれて、安価なセットトップボックス (STB) やデジタルTV (Television) の開発等とあいまって、家庭にもデジタルの映像データを大量に取り込む時代が来ようとしており、記憶装置 (ストレージデバイス) にデータを蓄積する機会が増えると考えられる。

このような大容量の映像データを蓄積することを主な目的として、

25 ハードディスクや光ディスク等の大容量ストレージデバイスの開発

が活発に行われている。例えば、MPEG2を用いた場合、2時間程度の映像データを数GBに圧縮して蓄積することができる。

このようなストレージデバイスでは、コンピュータの入出力システムとして求められるスループットの他に、新たにリアルタイム性が要求されることになる。そのような状況の中で、現在、STB、  
5 ストレージデバイス、プリンタ、およびTV等のディスプレイ装置を結ぶホームネットワークを実現するインタフェースとして最も期待されているインタフェースに、IEEE(Institute of Electrical and Electronic Engineers) 1394と呼ばれる高速のシリアルイ  
10 ンタフェースがある。

IEEE 1394では、音声や映像等のデータをリアルタイムで転送するために、同期(Isochronous)転送という独自の転送モードを持っており、一定の転送レートでデータを送ることを保証している。したがって、IEEE 1394を介して映像データをストレ  
15 ージデバイスに記録したり、ストレージデバイスから映像データを再生したりする場合は、この同期転送に基づき、リアルタイム要求に応えなければならない。

また、多チャンネル化により、同時(正確には時系列)に複数のチャンネルのデータを取り込む状況が想定される。したがって、リアルタイム要求を満たしつつ、どれだけ多くのチャンネルのデータを効率よく同時に記録/再生できるかが鍵となる。  
20

ところが、ストレージデバイスの場合、データ転送の他に、シーク待ち、回転待ち、ベリファイ、リトライ等の時間ファクタが存在する。シーク待ちは、ディスクヘッドが所望のトラックまで移動する  
25 ための時間を表す。回転待ちは、ディスクヘッドの下部に所望の



セクタの先頭が現れるまでのディスクの回転時間を表す。ペリファイは、書き込みデータの確認処理を表し、リトライは、アクセスが失敗した場合の再アクセスを表す。

これらの時間ファクタは、ある期限までに処理を終了してスケジュールを守るというリアルタイム処理の妨げとなっている。そこで、従来は、効率よくディスクをアクセスするために、ディスクスケジューリングによりデータのリード／ライトの実行の順序や、データの記録・読み出し場所を制御している。

従来のスケジューリングアルゴリズムとしては、次のようなものが挙げられる (A. L. N. Reddy and J. C. Wyllie, "I/O Issues in a Multimedia System", Computer, 27, Mar, pp. 69-74, 1994. )。

(1) E D F (Earliest Deadline First) : 終了期限 (deadline) が最も迫っている処理を優先する方法。

(2) L S T F (Least Slack Time First) : 時間の余裕が最も少ない処理を優先する方法。

(3) S S T F (Shortest Seek Time First) : シーク時間が最短の処理を優先する方法。

(4) S C A N : シーク方向が同じでかつシーク時間が最短の処理を優先する方法。

(5) S C A N - E D F : まず、終了期限を優先し、同じ期限の場合は、S C A Nを採用する方法。

これらのアルゴリズムのうち、(1)と(2)は、時間の要素のみを考慮しており、ディスクアクセスの効率化(シーク時間の短縮)を考慮していない。逆に、(3)と(4)は、ディスクアクセスの効率化の要素のみを考慮しており、時間の要素を考慮していない

め、リアルタイム処理に適さない。したがって、時間とディスクアクセスの効率化の両方を考慮している（５）のアルゴリズムが、現在では一般的に使用されている。

図１は、このようなEDFおよびSCANによるディスクスケジューリングの概念を示している。ここでは、時分割で４つのチャンネルの映像データがディスク１内を流れると仮定している。４つのチャンネルCh１、Ch２、Ch３、およびCh４のうち、Ch１、Ch２、およびCh３については、送られてきた映像データをディスク１に書き込む処理（Write）が行われ、Ch４については、  
10 ディスク１から映像データを読み出す処理（Read）が行われる。

従来のスケジューリングの用途としては再生（プレイバック）が多く、書き込みの同時性はほとんど考慮されていない。したがって、各チャンネルの映像データは、読み出し易いようにシーケンシャルに固まって集中しており、各チャンネルのアドレスポイントは分散  
15 される場合が多い。ここでは、ディスク１上で各チャンネルのデータの書き込み／読み出し位置を表すアドレスポイントは、右端に示すように、ディスク１の外周から内周に向かってCh１、Ch３、Ch４、Ch２の順に分散されている。

Write処理の場合は、まず、送られてきた映像データを一時  
20 ダブルバッファ（バッファメモリ）２の片方のバッファに蓄積する。次に、次の映像データをダブルバッファ２の他方のバッファに蓄積している間に、最初に蓄積された映像データをディスク１に書き込む処理を終了しなければならない。例えば、Ch１では、周期（round）Tの間に、データW１２がダブルバッファ２に蓄積され、  
25 データW１１がダブルバッファ２からディスク１に書き込まれなけ

ればならない。Ch 2とCh 3についても同様である。

また、Read処理の場合は、まず、映像データをディスク1から読み出し、一時ダブルバッファ2の片方のバッファに蓄積する。次に、その蓄積された映像データを送り出している間に、次の映像データを送り出している間に、次の映像データをディスク1から先読みして、ダブルバッファの他方のバッファに蓄積する処理を終了しなければならない。例えば、Ch 4では、周期Tの間に、データR 4 2をダブルバッファ2から送り出している間に、次のデータR 4 3がディスク1からダブルバッファ2に読み出されなければならない。

10 図1では、時系列的にCh 1、Ch 2、Ch 3、Ch 4の順でディスクアクセスが要求されるため、終了期限も同じ順に設定される。したがって、EDFを採用した場合、ディスク1は、Ch 1、Ch 2、Ch 3、Ch 4、Ch 1、Ch 2、Ch 3、Ch 4、... の順にアクセスされる。

15 しかし、各チャンネルCh 1～Ch 4のアドレスポイントが異なる順に配置されているため、チャンネル間のシーク距離が長く、ヘッドが移動するのに時間がかかる。特に、Ch 1とCh 2のアドレスポイントは大きく離れており、Ch 1の書き込みからCh 2の書き込みまでに時間がかかる。

20 また、SCANを採用した場合、アクセス要求の順に関係なく、ヘッドの位置からシーク相対距離が短い順に、Ch 1、Ch 3、Ch 4、Ch 2のようにアクセスされ、ここでシーク方向が逆になって、さらにCh 2、Ch 4、Ch 3、Ch 1、... の順でアクセスされる。この場合、アクセス要求の順序に対して、Ch 1の書き込みは、ある周期では最初に処理され、次の周期では最後に処理され

25

るため、C h 1 の場合、アクセス時間間隔が空きすぎてアクセス要求を満たせなくなることがある。このような場合、アクセス要求を満たすためには、バッファ 2 をより大きくする必要がある。

これに対して、(5) の S C A N - E D F は、E D F と S C A N  
5 を混在させた方法であり、シーク時間とアクセス要求の順序の両方を考慮したスケジューリングを行うことができる。

しかしながら、上述した従来のディスクスケジューリングには、次のような問題がある。

従来のスケジューリングでは、ストレージデバイスが映像データを  
10 を一定レートで受け取り、一定レートで送り出すことを仮定している。例えば、図 2 は、6 つのチャンネル C h 1 ~ C h 6 の映像データが、それぞれ、一定の帯域（ビットレート）でストレージデバイスに入力される様子を示している。ここで、1 トランスポンダは、衛星放送における 1 回線の容量に対応する。

15 このような仮定の下では、各チャンネル C h 1 ~ C h 6 の書き込み／読み出しの終了期限は周期的に訪れると考えられ、終了期限は最初に決められた周期情報に基づいて設定される傾向にある。

ところが、デジタル放送等で流れる映像データは、図 3 に示すように、統計多重化されており、転送レートは必ずしも一定ではない。  
20 この場合、1 トランスポンダのレートは一定だが、各チャンネルの M P E G 2 の符号化データの転送レートは画像の動きの激しさに応じて変化し、これにより効率の良い放送が実現される。

ところで、I E E E 1 3 9 4 上の同期転送によりパケット転送を行う場合、通常、パケット内に転送すべきデータを含ませる。しか  
25 し、このような可変レートで送られてくる映像データでは、レート

が変わったりしてデータが揃わない場合に、データを含まないダミー・パケットを転送して、転送の時間保証を継続している（IEC（International Electrotechnical Commission）18663およびIEEE 1394-1995に準拠）。

- 5 図4は、このようなパケット転送の手順を示している。ここでは、188バイトのトランスポート・パケット3に4バイトのタイム・スタンプTが付加されて、192バイトのパケットが生成され、それが24バイト単位のデータ・ブロックに分割される。そして、4つ（他の整数でもよい）のデータ・ブロックが1つのデータ・ブロック・パケット4にまとめられ、同期転送パケットとして転送される。

- データ・ブロック・パケット4には、IEEE 1394のヘッダHとマルチメディアデータ用のCIP（Common Isochronous Packet）ヘッダとが付加される。CIPヘッダには、データ・ブ  
15 ロックの分割方法が定義されており、受信ノードは、この情報に基づいてトランスポート・パケット3を再構築することができる。

- 125  $\mu$ s 毎に1つのサイクル・スタート・パケットSと1つのデータ・ブロック・パケット4が転送されるが、データ・ブロック・パケット4がないときは、CIPヘッダのみのダミー・パケット5  
20 が同期転送パケットとして転送される。

- このような状況で従来のような終了期限を設定すると、同期転送パケットが全てデータ・ブロック・パケット4を含む場合の最大転送レートに合わせて、実際よりも厳しい（早い）終了期限を定義することとなり、より多数のチャンネルを処理できなくなるという問  
25 題がある。

また、上述した（１）～（５）のスケジューリングは、いずれもプレイバックを主な適用対象としており、ディスク上の書き込み場所を規定しておらず、個々の映像データはディスク上に分散して記録されていると仮定している。したがって、多数のチャンネルを処理する場合、長いシーク時間がかかることが多く、好ましくない。

また、現在のディスクは、高密度の特徴を活かして複数のゾーン（トラックの集合）に分割し、ディスクの回転制御方式として、Z C A V（Zone Constant Angular Velocity）を採用することにより、同じ回転数でも外周のゾーンの転送レートを内周のゾーンより速くすることで、記憶容量を大きくしている。最内周の転送レートは、例えば、最外周のその６０％程度である。

ところが、従来のスケジューリングでは、このような複数のゾーンの存在を考慮しておらず、ディスク上にはデータが内周と外周に一樣に分布し、データ量も転送レートも、内周と外周で共に一定であると仮定している。このため、特に内周部分に転送レートの高いデータが集中して書き込まれた場合には処理効率が悪くなり、多数のチャンネルの処理に適さないという問題もあった。

ところで、最近、主に映像データの蓄積を目的とした光ディスクとしてA S M O（Advanced Storage Management Optocal disc）が検討されている。A S M Oは、磁界変調方式の光磁気ディスクであり、直径１２０mm の大きさで片面当たり最大６．１GB（ギガバイト）の容量を持つ。

図５にA S M Oの構成を示す。

同図に示すように、A S M Oでは、ランド（山）１１とグループ（谷）１２の両方にデータを高密度記録するランド・グループ記録

方式により大容量化を図っている。ランド 1 1 とグループ 1 2 のピッチは 0. 6 マイクロ・メートルとなっている。また、ディスクのデータ記録領域 (recording area) 1 3 の厚さは 0. 6 mm である。また、この例では、記録領域 1 3 は、2 2 個の物理ゾーンに分割されている。すなわち、1 つのディスクに 2 2 個の物理ゾーンが形成されている。1 つの物理ゾーンは、数千トラックを有する。また、トラックはディスク上に螺旋状に形成されている。

また、さらに、ディスクをドライブ装置に固定するための仕組み (チャッキング機構) を C D や D V D と兼用できるようにするため、ディスクのデータが記録されていない中心部 (クランプ部) 1 7 の厚さは 1. 2 mm にしてある。

各物理ゾーンには、ディスクの径方向に所定数のトラックが設けられている。そして、各トラックは、1 以上のフレーム 1 4 に分割されている。フレーム 1 4 は、複数のセグメントに分割されており、通常、先頭のセグメントをアドレスセグメント (A D R S) 1 5 とし、それ以外のセグメントはデータセグメント 1 6 と呼ばれている。アドレスセグメント 1 5 とデータセグメント 1 6 には、図中で△で示されたクロックマーク 1 7 が設けられている。

1 つのフレーム 1 4 の全データセグメント 1 6 には、例えば、2 KB (キロバイト) のデータと E C C (E r r o r C o r r e c t i n g C o d e) が記録される。また、アドレスセグメント 1 5 には、アドレス情報、チルトパターン、プリアンプル、リザーブ等が記録される。アドレスセグメント 1 5 では、これらの情報が、グループ 1 2 を形成する 2 つの壁の内、一方の壁のみにウォブル (W o b b l e) を施す、いわゆる、片側ウォブルで記録されている。

片側ウォブルアドレス (Singled Sided Wobbled Address) 18 は、データの位置を示す片方向 (両方向も存在する) のウォブルアドレスである。ASMOにおいては、ディスクの1回転当たりのフレーム数は、16～73個である。

- 5      また、ランド11とグループ12共に、ビット長は0.235マイクロメートルである。

上述したように、ASMOは、物理的に22個のゾーンに分割されるが、これらの物理ゾーンは図6に示すように、外周側から内周側に、論理ゾーン (Logical Zone) N～論理ゾーンM+2) までの  
10      714個の論理ゾーンに分割される。また、図6において、各論理ゾーンN～M+2の右隣にはバッファ内のデータ量の時間的変化を示している。同図に示す例は、ASMOの論理ゾーンN～論理ゾーンN+1をアクセスして、論理ゾーンN～論理ゾーンN+1からデータをバッファに読みだした後、今度は、最内周の論理ゾーンM  
15      +2からデータをバッファに読みだす例を示している。この場合、ヘッドが外周の論理ゾーンN+1から内周の論理ゾーンM+2までシーク動作する間、バッファ内に保持されているデータは外部装置に転送され、バッファ内のデータ量は次第に減少していく。

この論理ゾーンN+1をアクセスしてから、次に、論理ゾーンM  
20      +2をアクセスするまでの許容時間は1秒以内でなければならない。この1秒以内に、バッファから外部装置には1MB (メガバイト) のデータが転送される。

図7はASMOの論理ゾーンのデータ構造を示す図である。同図に示すように、ASMOにおいては、論理ゾーン20は、8MB (メガバイト) の記憶容量を有し、隣接する4MB (メガバイト) のラ  
25



ンド 11 と 4 MB (メガバイト) のグループ 12 との対で構成されている。

論理ゾーン 20 は、図 7 に示すようにユーザエリア (図中、ハッチングで示す) とスペアエリア (図中、黒塗りで示す) に分割され、  
5 通常、データはユーザエリアにセクタ単位で先頭から順に記録されていく。このとき、ユーザエリアに欠陥セクタが無ければ、データはユーザエリアのみに記録される。しかしながら、ユーザエリアに欠陥セクタがある場合には、該欠陥セクタに記録しようとしていたデータはスペアエリアに記録される。このように、スペアエリアは、  
10 ユーザエリアに欠陥セクタが存在する場合の交替処理用の予備セクタとして利用される。ところで、上記欠陥セクタの補償には、スリッピング・リプレースメント (Slipping Replacement: SR) とリニアリプレースメント (Linear Replacement: LR) が利用される。SR は、欠陥セクタを飛ばして、次のセクタにデータを順番に  
15 記録していく方法である。この場合、スペアエリアには、記録データ列の内、欠陥セクタの数分だけ後尾セクタがずれ込む形で記録される。一方、LR は、欠陥セクタをスペアエリアで交替する方法である。

図 7 には、SR と LR の方法が模式的に示されている。(1) が  
20 SR を示し、(2) ~ (4) が LR を示している。LR には 3 種類の方法があり、

(2) は同一論理ゾーン内のスペアエリアで欠陥セクタを交替する方法、

(3) は前の論理ゾーン内のスペアエリアで欠陥セクタを交替する  
25 方法、

そして、

(4) は隣接する論理ゾーン内のスペアエリアで欠陥セクタを交替する方法を示している。

5       このように、ASMOは、論理ゾーンのグループとランドに交替  
処理用の領域(スペアエリア)を設けることにより、例え、データ  
の交替処理が必要になった場合でも、アクセス時間が短くてすむよ  
うに構成されている。物理ゾーンは数百MB(メガバイト)、論理  
ゾーンは8MB程度であり、1つの物理ゾーンに、論理ゾーンは3  
0~50個ほど含まれる。

10       ところで、論理ゾーンの範囲は、図8に示すように、ヘッド本体  
を移動するシーク動作を行わずとも、対物レンズ30の駆動による  
ビーム偏向走査(光シーク)のみでビームをジャンプできる範囲(約  
200トラック)を基準にして設計されている。同図においては、  
対物レンズ30によるアクセス可能領域(欠陥ブロック31とその  
15       予備ブロック32との最大幅が200トラック)であることが示さ  
れている。この対物レンズ30による光シークの速度は、最大5ms  
程度である。ちなみに、ヘッド本体を移動するシーク動作により、  
上記光シークと同様な200トラックの走査を行った場合には、そ  
の2倍以上の速度を要する。

20       また、ASMOにおいては、論理ゾーンの中は、原則的にシーク  
ンシャルにアクセスし、次のステップで、ヘッドが最大シーク距離  
(最内周から最外周までの距離)まで移動しても、シームレスに音  
声・映像データを取り込んだり再生できることを保証している。上  
記最大シーク距離の移動によるアクセス待ち時間は1秒である。こ  
25       のため、この1秒間の間にリアルタイムでの音声・映像データの取り

込み／再生を実現するために、1 MB（メガバイト）のデータを保持できる内部バッファを設けるようにしている。

図 9、10 は、それぞれ、ASMOにおいて、シームレスな音声・映像データの取り込み及び再生を実現するための概念図である。図 9 は、ASMOに対するバッファリングされた音声・映像データの論理ゾーン  $N \sim N+2$  に対する書き込み操作を示している。また、図 10 は、ASMOの論理ゾーン  $N \sim N+2$  からバッファに、音声・映像データを読みだす操作を示している。

ところで、ASMOでは、単一チャンネルの記録・再生のみを考慮しており、複数チャンネルの同時記録、同時再生、あるいは時差再生（記録しながら再生する動作）などについては、まだ、考慮されていないのが現状である。

また、現在の 3.5 インチ MO（Magneto Optical disc）は、回転制御方式として、ZCAV（Zone Constant Angular Velocity）を採用している。このため、ASMOに比べてシーク時間が短いものの、3.5 インチ MO の場合、内周の方が外周よりも転送速度が遅く（内周の転送速度は外周の転送速度の 60 % 程度である）、多チャンネルの映像データについて、同時記録、同時再生を試みた場合、より高い処理性能が要求され、内周部で処理に対処しきれなくなるなどの問題があった。この問題は、HDD（Hard Disk Drive）においても同様である。

一方、ASMOの場合には、回転制御方式として、内周と外周の回転数を変化させることで、全体の転送速度を一定とする ZCLV（Zone Constant Linear Velocity）を採用しているため、3.5 インチ MO の場合のような問題は発生しないが、ゾーン間を跨がるア

クセスが生じた場合、回転数を変えるための制御時間が必要となり、これが処理性能を妨げる要因になっている。

本発明の第 1 の目的は、複数チャンネルのデータの記録／再生に伴う記録媒体へのアクセスをリアルタイムで処理する場合に、より  
5 多くのチャンネルを効率良く処理するアクセス制御装置およびその方法を提供することである。また、本発明の第 2 の目的は、ランドとグループに記録する記録媒体において、複数チャンネルの同時記録・再生等を可能にすることである。

#### 10 発明の開示

図 1 は、本発明のアクセス制御装置の原理図である。

本発明の第 1 の原理によれば、アクセス制御装置は、スケジューリング手段 1 1 および制御手段 1 2 を備え、記録媒体への複数のアクセス要求を処理する。

15 スケジューリング手段 1 1 は、データの転送レートの変化に応じてアクセス処理の終了期限を決定し、終了期限の早い順に複数のアクセス要求の実行スケジュールを設定する。制御手段 1 2 は、実行スケジュールに従ってそれらのアクセス要求の実行を制御する。

例えば、同期転送の場合、データの転送レートは挿入されるダミー・パケットの割合に応じて刻々と変化する。スケジューリング手段 1 1 は、その時々  
20 の転送レートに応じて動的に書き込み／読み出し処理の終了期限を決定し、終了期限の早い順に書き込み／読み出し処理を実行するようなスケジュールを設定する。そして、制御手段 1 2 は、設定されたスケジュールに従って、それらの書き込み／  
25 読み出し処理の実行を制御する。

このようなアクセス制御装置によれば、実際の転送レートに従って終了期限が決定され、それに基づいて柔軟なスケジューリングが行われる。このため、統計多重化された可変レートの映像データをリアルタイムで記録／再生する場合でも、各チャンネルの転送レートに合わせたスケジューリングが行われ、より多数のチャンネルの記録／再生が可能になる。

また、本発明の第2の原理によれば、アクセス制御装置は、制御手段12および決定手段13を備え、ディスク型記録媒体への複数のアクセス要求を処理する。

10 決定手段13は、記録媒体へデータを書き込む複数の書き込み要求に対して、それらの書き込み要求に対応する複数の書き込み位置が互いに近接するように、書き込み領域を決定する。制御手段12は、各書き込み要求の書き込みデータを上記書き込み領域にシーケンシャルに書き込む制御を行う。

15 決定手段13は、互いに近接する複数の書き込み位置を含む書き込み領域を決定し、制御手段12は、各書き込み要求の書き込みデータを、その書き込み領域内の複数の書き込み位置にシーケンシャルに書き込む制御を行う。これらの書き込み位置は、例えば、ディスク型記録媒体上に設けられたゾーン内の連続アドレスに対応する。

20 このようなアクセス制御装置によれば、複数チャンネルの映像データの同時書き込みが要求された場合でも、それらのチャンネルのデータがまとめてシーケンシャルに書き込まれ、書き込みの際のシーク待ちや回転待ちが大幅に削減される。これにより、処理が効率化され、より多数のチャンネルの記録／再生が可能になる。

25 例えば、図1のスケジューリング手段11および決定手段13は、

後述する図 2 の M P U (マイクロプロセッサユニット) 3 1 に対応し、制御手段 1 2 は、M P U 3 1、L S I 3 2、ドライバ回路 3 3、およびバッファメモリ 3 4 に対応する。

また、本発明の第 3 の原理によれば、アクセス制御装置は、Z C  
5 A V に基づき回転制御が行われる記録媒体に対する複数チャンネルの同時記録を制御するアクセス制御装置を前提とする。そして、前記記録媒体上のゾーンの転送速度が平均化されるように、前記記録媒体から複数ゾーンを選択する選択手段と、前記複数チャンネルのデータが、該選択された複数のゾーンに分散・記録されるように制  
10 御する制御手段とを備える。前記選択手段は、例えば、外周ゾーンと内周ゾーンを対にして、複数のゾーンを選択する。

このようなアクセス制御装置によれば、記録媒体全体での転送速度(転送レート)が一定となるように複数のゾーンを交互にアクセスして、複数チャンネルのデータの同時記録の要求性能(総合要求  
15 性能)に対応して、各チャンネルのデータを記録媒体に正しく記録することができる。

また、本発明の第 4 の原理によれば、アクセス制御装置は、Z C A V に基づき回転制御が行われる記録媒体に対する複数チャンネルの同時記録を制御するアクセス制御装置を前提とし、該各チャンネル  
20 のデータの記録要求性能の総和である総合要求性能以上の転送速度平均を持つ複数のゾーンを、前記記録媒体から選択する選択手段と、該選択された複数のゾーンに前記複数チャンネルのデータが分散・記録されるように制御する制御手段とを備える。

このようなアクセス制御装置によれば、各チャンネルのデータの  
25 要求性能の総和(総合要求性能)に優るように複数のゾーンを選択

して、各チャンネルのデータを該複数のゾーンに分散・記録するので、複数チャンネルのデータを記録媒体に正しく記録することができる。

上記第 3 及び第 4 の原理のアクセス制御装置において、前記選択手段は、例えば、各ゾーン間のヘッドの移動時間を加味して、前記複数のゾーンを選択する。また、前記選択手段は、例えば、各ゾーン間のヘッドの移動時間に加え、前記複数チャンネル数も加味して、前記複数のゾーンを選択する。このようなゾーン選択により、より精密にゾーンを選択することが可能になる。

10   また、前記制御手段は、各チャンネルのデータとその記録ゾーンとが、1 対 1 に対応するように制御する。このことにより、各チャンネルのデータの再生を高速化でき、また、データ削除後の領域を効率的に利用できる。

15   また、前記制御手段は、該各チャンネルのデータがブロック単位で該各ゾーンに交互に記録されるように制御する。また、さらに、前記制御手段は、各チャンネルのデータが、同一のゾーンに交互に記録されるように制御する。

20   また、本発明の第 5 の原理のアクセス制御装置によれば、上記第 3 及び第 4 の原理のアクセス制御装置において、更に、あるゾーンから、そのゾーンに記録されているあるチャンネルのデータを削除する削除手段と、前記チャンネルのデータが削除された前記ゾーンの空き領域に、現在、最も外周のゾーンに記録されている別チャンネルのデータを移動するガーベジコレクション手段とを備える。

25   このようなアクセス制御装置によれば、転送速度の速い外周ゾーンを、効率的に利用でき、高速なチャンネルの記録に、常時、対処

することが可能になる。

また、本発明の第 6 の原理のアクセス制御装置によれば、上記第 3. 及び第 4 の原理のアクセス制御装置において、更に、あるチャンネルのデータの再生要求を受け付けた場合、そのチャンネルのデータが記録されているゾーンから再生データを連続して読みだす読みだし手段を備える。

このようなアクセス制御装置によれば、チャンネルデータの高速再生が可能になる。

また、本発明の第 7 の原理によれば、アクセス制御装置は、Z C L V に基づき回転制御が行われる記録媒体に対する複数チャンネルの同時記録を制御するアクセス制御装置を前提とし、複数チャンネルの同時記録要求を受け付けたとき、記録容量の多い外周ゾーンを優先的に選択する選択手段と、前記複数チャンネルのデータが、該選択されたゾーンに集中して記録されるように制御する制御手段とを備える。

このようなアクセス制御装置によれば、チャンネルデータの高速記録が可能になる。

また、本発明の第 8 の原理によれば、アクセス制御装置は、ランド・グループ方式で記録が行われる記録媒体に対する複数チャンネルの同時記録を制御するアクセス制御装置を前提とし、複数チャンネルの同時記録要求を受け付けたとき、各チャンネルのデータが 1 対 1 対応で記録されるランドまたはグループを決定する決定手段と、前記各チャンネルのデータが、該決定された対応するランドまたはグループに沿って分散・記録されるように制御する制御手段とを備える。



前記記録媒体が所定セクタ数のランドとグループを有する論理ゾーンに分割される記録媒体である場合、前記制御手段は、例えば、各チャンネルのデータが、論理ゾーン単位で、ランドとグループに交互に分散・記録されるように制御する。

5       このようなアクセス制御装置によれば、各チャンネルのデータへのアクセス効率を向上できる。また、同時記録した一方のチャンネルのデータを削除する処理も高速化でき、該削除が同時記録した他方のチャンネルのデータのアクセスに及ぼす影響も少なくできる。また、ガーベジコレクションの実行回数も削減できる。

10       また、本発明の第9の原理によれば、アクセス制御装置は、上記第8の原理のアクセス制御装置において、更に、あるチャンネルのデータの削除要求を受け付けた場合、そのチャンネルのデータを、それが記録されているランドまたはグループから削除する削除手段と、該ランドまたは該グループと対になっている他のランドまたは  
15       他のグループに記録されている別のチャンネルのデータを、空き領域のある論理ゾーンに移動させて再記録させるガーベジコレクション手段を備える。

このようなアクセス制御装置によれば、チャンネルデータの削除を容易かつ高速にできると共に、不連続な空き領域を削減できる。

20       また、本発明の第10の原理によれば、アクセス制御装置は、上記第8及び第9の原理のアクセス制御装置において、更に、あるチャンネルのデータの再生要求を受け付けた場合、そのチャンネルのデータが記録されているランドまたはグループから再生データを連続して読みだす読みだし手段を備える。

25       このようなアクセス制御装置によれば、チャンネルの再生を高速

にできる。

#### 図面の簡単な説明

- 図 1 は、従来のディスクスケジューリングを示す図である。
- 5 図 2 は、一定レートの転送データを示す図である。
- 図 3 は、可変レートの転送データを示す図である。
- 図 4 は、同期転送を示す図である。
- 図 5 は、A S M O の構成を示す図である。
- 図 6 は、A S M O における論理ゾーンの構成を示す図である。
- 10 図 7 は、A S M O における欠陥管理の操作方法を説明する図である。
- 図 8 は、A S M O におけるレンズ操作のみによるアクセス可能領域を説明する図である。
- 図 9 は、A S M O における W r i t e 操作を説明する図である。
- 15 図 1 0 は、A S M O における R e a d 操作を説明する図である。
- 図 1 1 は、本発明のアクセス制御装置の原理図である。
- 図 1 2 は、ストレージシステムの構成図である。
- 図 1 3 は、ディスクスケジューリングの原理フローチャートである。
- 20 図 1 4 は、第 1 のディスクスケジューリングを示す図である。
- 図 1 5 は、ディスクに記録されるデータのフォーマットを示す図である。
- 図 1 6 は、第 2 のディスクスケジューリングを示す図である。
- 図 1 7 は、スケジュールテーブルを示す図である。
- 25 図 1 8 は、書き込み処理のフローチャートである。

- 図 1 9 は、読み出し処理のフローチャートである。
- 図 2 0 は、書き込み／読み出し処理のフローチャートである。
- 図 2 1 は、第 1 の並べ替えアルゴリズムを示す図である。
- 図 2 2 は、第 2 の並べ替えアルゴリズムを示す図である。
- 5 図 2 3 は、第 1 のゾーン決定処理の原理フローチャートである。
- 図 2 4 は、第 2 のゾーン決定処理の原理フローチャートである。
- 図 2 5 は、複数ゾーンとその転送レートを示す図である。
- 図 2 6 は、チャンネル数に基づく書き込み処理を示す図である。
- 図 2 7 は、チャンネル数に基づく書き込み処理のフローチャート
- 10 である。
- 図 2 8 は、ゾーン対を用いた書き込み処理のフローチャートである。
- 図 2 9 は、ゾーン対を用いた書き込み処理を示す図である。
- 図 3 0 は、制御プログラムの格納場所を示す図である。
- 15 図 3 1 は、A S M O を 3 つの論理ゾーンに分割した状態を示す図である。
- 図 3 2 は、図 3 1 に示す A S M O に 1 チャンネルのデータを記録する方法を示す図であり、(a) は論理ゾーン、(b) はグループ、(c) はランドに沿って記録する方法を示す図である。
- 20 図 3 3 は、図 3 1 に示す A S M O に 2 チャンネルのデータを記録する方法を示す図である。
- 図 3 4 は、図 3 1 に示す A S M O に 2 チャンネルのデータを同時記録した場合の、再生、削除、ガーベジコレクション、及びガーベジコレクション後の新たな 2 チャンネルの同時記録の方法を説明する図
- 25 であり、(a) は最初の 2 チャンネル同時記録、(b) は C h 2 の削

除、(c)はCh1のガーベジコレクション、(d)は該ガーベジコレクション後のCh3、4の2チャンネル同時記録の方法を示す図である。

図35は、本発明におけるランド・グループ方式の記録媒体に対する記録、再生、及び削除方法の原理を説明するフローチャートである。

図36は、ZCAV方式の回転制御方式のディスクのゾーン分割の構成及び転送レートを平均化するゾーン対の構成方法を示す図である。

10 図37は、図36のディスクに対する2チャンネルの同時記録に係わる処理の方法を示す図であり、(a)はCh1、2の同時記録、Ch2の削除、(b)はCh1のガーベジコレクション、(c)は該ガーベジコレクション後のCh3、4の同時記録を示す図である。 図38は、内周と外周の転送速度を平均化してデータ記録を行う処理手順を示すフローチャートである。

図39は、ディスクの空きゾーンを選択するアルゴリズムを説明するフローチャート(その1)である。

図40は、ディスクの空きゾーンを選択するアルゴリズムを説明するフローチャート(その2)である。

20 図41は、ストリームを管理するテーブルの構成例を示す図である。

図42は、ディスクの空きゾーンを管理するテーブルの構成例を示す図である。

図43は、図36のディスクの各ゾーンの構成を示す図である。

25 図44は、図39及び図40のフローチャートの処理におけるス

トリー管理テーブル及び空きゾーン管理テーブルの格納リストの状態遷移を示す図である。

図 4 5 は、図 4 3 のゾーン構成のディスクの初期状態を示す図である。

5 図 4 6 は、図 4 3 のゾーン構成のディスクに、図 3 9 及び図 4 0 のフローチャートに示す処理を実行した場合の、該ディスクのストリームデータの記録形態の遷移を示す図（その 1）である。

図 4 7 は、図 4 3 のゾーン構成のディスクに、図 3 9 及び図 4 0 のフローチャートに示す処理を実行した場合の、該ディスクのスト  
10 リームデータの記録形態の遷移を示す図（その 2）である。

図 4 8 は、図 4 3 のゾーン構成のディスクに、図 3 9 及び図 4 0 のフローチャートに示す処理を実行した場合の、該ディスクのストリームデータの記録形態の遷移を示す図（その 3）である。

図 4 9 は、図 4 3 のゾーン構成のディスクに、図 3 9 及び図 4 0 のフローチャートに示す処理を実行した場合の、該ディスクのスト  
15 リームデータの記録形態の遷移を示す図（その 4）である。

図 5 0 は、図 4 3 のゾーン構成のディスクに、図 3 9 及び図 4 0 のフローチャートに示す処理を実行した場合の、該ディスクのストリームデータの記録形態の遷移を示す図（その 5）である。

20 図 5 1 は、図 4 3 のゾーン構成のディスクに、図 3 9 及び図 4 0 のフローチャートに示す処理を実行した場合の、該ディスクのストリームデータの記録形態の遷移を示す図（その 6）である。

図 5 2 は、6 つのゾーンに分割された Z C A V 方式の回転制御方式のディスクの各ゾーンのバイト数／トラック、及び転送レートを示す図である。  
25

図 5 3 は、図 5 2 に示すゾーン構成のディスクに、アクセス時間及びチャンネル数を考慮しないで 2 チャンネルの同時記録を行う方法を説明する図であり、(a) はゾーン 1 とゾーン 2 に分散・記録する例、(b) はゾーン 1 のみに分散・記録する例、(c) はゾーン 2 とゾーン 6 に分散・記録する例である。

図 5 4 は、図 5 2 に示すゾーン構成のディスクに、アクセス時間を考慮しないで 2 チャンネルの同時記録を行う方法を説明する図であり、(a) はゾーン 2 とゾーン 3 に分散・記録する例、(b) はゾーン 1 のみに分散・記録する例、(c) はゾーン 5 とゾーン 6 に分散・記録する例である。

図 5 5 は、図 5 2 に示すゾーン構成のディスクに、アクセス時間及びチャンネル数を考慮して、2 チャンネルの同時記録を行う方法を説明する図であり、(a) はゾーン 2 とゾーン 3 に分散・記録する例、(b) はゾーン 1 とゾーン 2 に分散・記録する例、(c) はゾーン 5 とゾーン 6 に分散・記録する例である。

図 5 6 は、総合要求性能に対して総合保持性能が優るように複数ゾーンを選択して複数チャンネルの同時記録を行うアルゴリズムを示すフローチャート（その 1）である。

図 5 7 は、総合要求性能に対して総合保持性能が優るように複数ゾーンを選択して複数チャンネルの同時記録を行うアルゴリズムを示すフローチャート（その 2）である。

図 5 8 は、総合要求性能に対して総合保持性能が優るように複数ゾーンを選択して複数チャンネルの同時記録を行うアルゴリズムを示すフローチャート（その 3）である。

図 5 9 は、総合要求性能に対して総合保持性能が優るように複数

ゾーンを選択して複数チャンネルの同時記録を行うアルゴリズムを示すフローチャート（その４）である。

図 6 0 は、Z C L V の回転制御方式のディスクに複数チャンネルのデータを同時記録するアルゴリズムを示すフローチャートである。

5

発明を実施するための最良の実施形態

図 1 1 は、本発明のアクセス制御装置の原理図である。

本発明の第 1 の原理によれば、アクセス制御装置は、スケジューリング手段 4 1 および制御手段 4 2 を備え、記録媒体への複数のアクセス要求を処理する。

10

スケジューリング手段 4 1 は、データの転送レートの変化に応じてアクセス処理の終了期限を決定し、終了期限の早い順に複数のアクセス要求の実行スケジュールを設定する。制御手段 4 2 は、実行スケジュールに従ってそれらのアクセス要求の実行を制御する。

例えば、同期転送の場合、データの転送レートは挿入されるダミー・パケットの割合に応じて刻々と変化する。スケジューリング手段 4 1 は、その時々々の転送レートに応じて動的に書き込み／読み出し処理の終了期限を決定し、終了期限の早い順に書き込み／読み出し処理を実行するようなスケジュールを設定する。そして、制御手段 4 2 は、設定されたスケジュールに従って、それらの書き込み／読み出し処理の実行を制御する。

15

20

このようなアクセス制御装置によれば、実際の転送レートに従って終了期限が決定され、それに基づいて柔軟なスケジューリングが行われる。このため、統計多重化された可変レートの映像データをリアルタイムで記録／再生する場合でも、各チャンネルの転送レート

25

に合わせたスケジューリングが行われ、より多数のチャネルの記録／再生が可能になる。

また、本発明の第2の原理によれば、アクセス制御装置は、制御手段42および決定手段43を備え、ディスク型記録媒体への複数の  
5    のアクセス要求を処理する。

決定手段43は、記録媒体へデータを書き込む複数の書き込み要求に対して、それらの書き込み要求に対応する複数の書き込み位置が互いに近接するように、書き込み領域を決定する。制御手段42は、各書き込み要求の書き込みデータを上記書き込み領域にシーケ  
10    ンシャルに書き込む制御を行う。

決定手段43は、互いに近接する複数の書き込み位置を含む書き込み領域を決定し、制御手段42は、各書き込み要求の書き込みデータを、その書き込み領域内の複数の書き込み位置にシーケンシャルに書き込む制御を行う。これらの書き込み位置は、例えば、ディ  
15    スク型記録媒体上に設けられたゾーン内の連続アドレスに対応する。

このようなアクセス制御装置によれば、複数チャネルの映像データの同時書き込みが要求された場合でも、それらのチャネルのデータがまとめてシーケンシャルに書き込まれ、書き込みの際のシーク待ちや回転待ちが大幅に削減される。これにより、処理が効率化さ  
20    れ、より多数のチャネルの記録／再生が可能になる。    例えば、図11のスケジューリング手段41および決定手段43は、後述する図12のMPU（マイクロプロセッサユニット）61に対応し、制御手段42は、MPU61、LSI62、ドライバ回路63、およびバッファメモリ64に対応する。

25    以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態を詳細に説明す



る。

本発明においては、受け取った転送パケットからダミー・パケットを省き、有効なデータを一定のブロック単位でバッファメモリに一時蓄積する。このとき、ダミー・パケットが多いほど、有効なデータを蓄積するために多くの時間がかかることになる。そして、各  
5 チャンネルの蓄積時間に対応して終了期限を随時設定し、その終了期限に従ってスケジューリングを行う。

このように、実際の転送レートに依存する蓄積時間に応じて終了期限を柔軟に設定することで、スケジューリングの時間制約が穏やかになり、より多数のチャンネル、またはより高速なチャンネルを処理  
10 できるようになる。

また、より厳しい条件（特に、より多数のチャンネル、またはより高速なチャンネル）で書き込みが同時に起こる場合、より転送能力のあるディスクの外周ゾーンをアクセスポイントとして、データを集中的に（時系列で連続的に）書き込むようにスケジューリングする。  
15 これにより、転送レートとシーク待ちの両方の時間制約が軽減され、より多数のチャンネルまたはより高速なチャンネルを処理できるようになる。

図 1 2 は、本発明の実施形態のアクセス制御装置を含むストレージシステムの構成図である。図 1 2 のストレージシステムは、ストレージデバイス 5 1、STB 5 2、およびデジタル TV 5 3 を備え、これらの各装置は IEEE 1394 回線 5 4 により互いに接続されている。STB 5 2 は、例えば、外部のネットワークから MPEG の映像データを受信し、それを同期転送によりストレージデバイス  
20 5 1 に転送する。そして、デジタル TV 5 3 は、ストレージデバイ

ス 2 5 に格納された映像データを読み出して、画面に表示する。

ストレージデバイス 5 1 において、ディスクアクセスの制御を行う回路は、ディスクアクセス制御用 M P U 6 1 (マイクロプロセッサユニット)、I E E E 1 3 9 4 L S I 6 2、ディスクドライバ 6 3、およびバッファメモリ 6 4 を含み、これらの各装置はバス 6 5 により互いに接続されている。

L S I 6 2 は、回線 6 4 とストレージデバイス 5 1 の間の通信インタフェースとして動作する。バッファメモリ 6 4 は、例えば、6 4 キロバイト (K B) の容量を有する 1 6 個の単位ブロックから構成され、回線 6 4 を介して送られてきた映像データまたは回線 5 4 へ送り出す映像データを一時的に蓄積する。

M P U 6 1 は、回線 5 4 から入力される R e a d / W r i t e 命令を受け、ディスクスケジューリングのアルゴリズムに従って、ディスク 6 6 のアクセス実行順序と読み出し／書き込み場所を決定する。そして、その順序に従って、ディスク 6 6 を搭載したディスクドライブ (不図示) に、ドライバ回路 6 3 を介してアクセスする。

図 1 3 は、M P U 6 1 によるディスクスケジューリングの原理を説明するフローチャートである。M P U 6 1 は、まず、複数チャネルの R e a d / W r i t e のリアルタイム命令に従って、バッファメモリ 6 4 の、一定容量の単位ブロックにデータを一時蓄積する (ステップ S 1)。単位ブロックのサイズは、通常、ディスクのトラックサイズに対応して決められ、6 4 K B 程度に設定される。

次に、バッファメモリ 6 4 の単位ブロックにデータを一時蓄積するのに要した時間に応じて、各チャネルの終了期限を決定する (ステップ S 2)。書き込みデータの一時蓄積の際には、受け取った転

送パケットのうち、データ・ブロック・パケットのデータのみを蓄積し、ダミー・パケットは廃棄する。このため、ダミー・パケットの出現頻度に応じて処理時間が異なり、転送レートは可変になる。次に、複数チャネルの中の最大転送レートに対応する周期毎に、SCAN-EDFに基づいてスケジューリングを行う（ステップS3）。

最大転送レートは、ダミー・パケットなしでデータ・ブロック・パケットを連続転送した場合のレートに相当し、このとき、単位ブロック当たりのデータ転送時間は最短となる。ここで、すべてのチャネルが最大転送レートでデータを転送する場合を考えると、最短のデータ転送時間毎に新たな終了期限が決定されることになる。そこで、このような場合のスケジューリングミスを防ぐため、単位ブロック当たりの最短のデータ転送時間を周期として、定期的にスケジューリングを行う。

ここでは、SCAN-EDFのアルゴリズムに基づいて、終了期限が迫っている処理を優先的にスケジューリングする。また、同じ終了期限の処理が複数ある場合には、シーク距離が短いチャネルを優先する。このように、ステップS2で決めた終了期限をSCAN-EDFに適用することで、実際の処理状況に合わせて時間制約がより穏やかになる。

図14は、このようなディスクスケジューリングの例を示している。ここでは、4つのチャネルCh1、Ch2、Ch3、およびCh4のうち、Ch1、Ch2、およびCh3の3つのチャネルではWrite処理が行われ、Ch4ではRead処理が行われている。

パケットWは、書き込みデータを含むデータ・ブロック・パケッ

トを表し、パケット R は、読み出しデータを含むデータ・ブロック・パケットを表し、パケット D は、ダミー・パケットを表す。また、バッファメモリ 64 内では、各チャネルにそれぞれ 3 つの単位ブロック 64 a が割り当てられている。

5      W r i t e 処理においては、ダミー・パケット D を除く有効パケット W のデータが、バッファメモリ 64 の 1 つの単位ブロック 64 a に一時蓄積される。このとき、単位ブロック分のデータをバッファメモリ 64 に書き込むのに要した時間により、各チャネルの終了期限が設定される。

10      そして、「最大転送レート」、「終了期限情報」、および「有効パケットとダミー・パケットの種別を時系列的に示したバイナリデータ」が、「有効データ」と共にディスク 66 に記録される。これらのデータは、バッファメモリ 64 を介して、図 15 に示すようなフォーマットでディスク 66 に記録される。最大転送レートは、例えば、1 パケット当たりの有効データのバイト数で表される。

また、終了期限情報としては、例えば、単位ブロック分のデータの一時蓄積に要した時間を記録してもよく、その間に受け取った有効パケットとダミー・パケットの数の合計を記録してもよい。図 15 では、後者の終了期限情報が用いられている。また、図 15 のバイナリデータとしては、有効パケットを論理“1”で表し、ダミー・パケットを論理“0”で表したバイナリシーケンスが用いられている。

これらの終了期限情報とバイナリデータは、有効データの R e a d 処理において利用される。このとき、記録されている終了期限情報を利用して R e a d 処理の終了期限が決定されるとともに、対応

するバイナリデータに従ってダミー・パケットが挿入される。

これにより、TV53のようなディスク66に対するデータのRead処理を要求した受け取り側においても、STB52から直接映像データを受け取る場合と同様のシーケンスで、LSI52を介して同期転送パケットを受け取ることができる。したがって、受け取り側のバッファメモリを必要以上に増やすことなく、リアルタイムの同期転送が可能になる。

あるいは、受け取り側で非同期 (Asynchronous) 転送が可能であれば、ダミー・パケットを挿入せずに有効パケットのみを送出してもよい。この場合、転送データは既にディスク66に格納されているので、受け取り側のペースで転送保証を行いながら、IEEE1394のもう1つの転送モードである非同期転送によりREAD処理を実行することができる。

ところで、図4に示したトランスポート・パケット3は192バイトの有効データを含んでおり、バッファメモリ64の単位ブロックサイズとしてディスクトラックレベルの64KB程度を採用した場合、約340個のパケット3に相当するデータがバッファメモリ64の単位ブロックに蓄積される。したがって、パケット3から2つのデータ・ブロック・パケット4を生成した場合、約680個のデータ・ブロック・パケット4が一時蓄積されるのに要する時間から終了期限が決定される。

図14のスケジューリングの例では、説明を簡単にするため、バッファメモリ64の単位ブロック64aの容量を有効パケット4個分とし、4つの有効パケットが蓄積されるのに要した時間から終了期限が決定されるものとしている。ここで、#1～#10の各矢印

は、4つの有効パケットに対応するRead/Write処理を表し、矢印の番号は、スケジューリングされた処理の実行順序を表す。また、矢印の元は終了期限の決定タイミングを表し、矢印の先は決定された終了期限を表す。このスケジューリングの概要は、次のようになる。

- #1: Ch 4で4パケット分の有効データがディスク66から読み出され、バッファメモリ64に一時蓄積される。このとき、図15に示した他の情報も有効データと共に蓄積される。
- 10 #2: 読みだした終了期限情報に従ってRead処理の終了期限が決定され、読みだしたバイナリデータ“1010101”に従って、蓄積された有効データがバッファメモリ64から同期転送で送り出される。このとき、バイナリデータの論理“1”に対応して有効パケットRが送り出され、論理“0”に対応してダミー・パケット
- 15 トDが送り出される。それと同時に、次の4パケット分の有効データがディスク66から読み出され、バッファメモリ64に一時蓄積される。

- #3: #2の処理の間に、まず、Ch 1とCh 3で、4つの有効パケットWのデータのバッファメモリ64への一時蓄積が完了し、
- 20 その一時蓄積時間から終了期限が決定される。このとき、図15に示した他の情報も有効データと共に蓄積される。

- ここでは、Ch 1とCh 3で、共に、4つの有効パケットWが連続して送られてきたため、それらのバイナリデータは共に“1111”となる。また、終了期限は上記4有効パケット分の転送時間に基づいて決められるため、Ch 1とCh 3の終了期限は同じ時刻と
- 25

なる。そこで、現在のディスクヘッドの位置H0が参照され、その位置により近い（シーク距離がより短い）アドレスポイントを持つCh1のWrite処理が優先的にスケジューリングされる。

5 #4：次に、Ch1と同じ終了期限を持つCh3のWrite処理がスケジューリングされる。

#5：次に、Ch2で4つの有効パケットWのデータの一時蓄積が完了し、終了期限が決定される。ここでは、4つの有効パケットWの間に2つのダミー・パケットDが送られてきたため、バイナリデータは“101101”となり、終了期限は6パケット分の転送  
10 時間に基づいて決定される。

以下同様にして、各チャネルのRead/Write処理が終了期限の早い順にスケジューリングされる。この結果、#6はCh3、#7はCh4、#8はCh1、#9はCh3、#10はCh2となる。

15

このように、処理の実行順序は、バッファメモリ64への一時蓄積の終了順ではなく、一時蓄積に要した時間から決定された終了期限の早い順に設定される。したがって、複数のWrite処理をスケジューリングする際、必ずしも一時蓄積が終了した順にディスク  
20 66がアクセスされとは限らない。

また、図14の例では、各チャネル毎に単位ブロック3個分のバッファ領域64aを持ち、終了期限の変動に応じて、ディスク66との間の転送に2ブロック分を利用し、LSI62との間の転送に1ブロック分を利用している。このように、バッファメモリ64の  
25 容量は限られているため、終了期限にも上限を設けておく必要があ

る。

この例では、一時蓄積に要する時間は4～8パケットの転送時間の範囲である。そこで、最も長い8パケットの転送時間に基づいて終了期限が設定された直後に、最大転送レートでデータがバッファメモリ64に入力された場合を考えてみる。この場合、既に蓄積されている1ブロック分のデータがディスク66に書き込まれる間に、2ブロック分のデータがバッファメモリ64に蓄積されることになる。したがって、各チャネル毎に少なくとも3ブロック分のバッファ領域が必要であり、終了期限は8パケットの転送時間内に設定される必要がある。

言い換えれば、終了期限の上限は、バッファメモリ64の利用可能な領域に最大転送レートで有効データを蓄積するのに要する蓄積時間により決定される。ここでは、この蓄積時間は、最大転送レートの半分の転送レートの場合の単位ブロック当たりの一時蓄積時間（8パケットの転送時間）に一致しており、転送レートはそれより小さくならないものと仮定している。

また、終了期限情報として有効パケットおよびダミー・パケットの数の合計を用いた場合、これを時間または時刻へ変換することは容易である。ここでは、終了期限情報の範囲は4～8パケットであり、IEEE 1394における1パケットの転送時間は125  $\mu$ sである。したがって、4～8パケットを転送時間に換算すると、500  $\mu$ s～1msとなり、終了期限は、開始時刻から500  $\mu$ s～1ms経過した時刻となる。開始時刻としては、バッファメモリ64への一時蓄積が完了した時刻が用いられる。

次に、図16は、同期転送パケットにダミー・パケットが含まれ



ない場合のディスクスケジューリングの例を示している。この場合は、ダミー・パケットがないため、各チャネルの処理の開始時刻および転送レートが同じであれば、それらの処理の終了期限は同じになる。そこで、SCAN-EDFのアルゴリズムに基づき、終了期  
5 限が同じ2つ以上の処理については、シーク方向が同じでシーク距離の短い順に実行順序が設定される。

図16の例では、Ch4の2回のRead処理(#1および#2)から始まって、Ch2のWrite処理(#3)に移り、シーク方向を変えてCh4(#4)、Ch3(#5)、Ch1(#6)の順に  
10 処理されるようなスケジュールが設定される。その後、#7はCh1、#8はCh3、#9はCh4、#10および#11はCh2、#12はCh4、#13はCh3、#14はCh1となる。

次に、図17から図22までを参照しながら、MPU51によるスケジューリング処理について詳細に説明する。MPU51は、実  
15 行予定の各チャネルの処理を登録したスケジュールテーブル(不図示)を保持しており、このテーブルを用いてディスクアクセスのスケジューリングを行う。

図17は、Nチャネルを対象に2N個(各チャネル当たり2個)の処理命令を受け付ける場合のスケジュールテーブルを示している。  
20 図17のスケジュールテーブル70の各要素Order(I)(I=1, 2, ..., 2N)は、終了期限T、Read/Write処理の識別情報R/W、チャネル番号C、およびディスク66上のブロックアドレスAを含み、実行予定の1つのRead/Write処理を表している。同図は、スケジュールテーブル70にm個の要素  
25 が登録された状態を示しており、それらのm個の要素は終了期限T

の早い順に並べられている。

また、Order (1) に含まれる各データの添え字  $i$  は、対応する処理の対象となるチャネルの番号を表し、 $C_i = i$  である。Order (m-1)、Order (m) に含まれる各データの添え字  $j$ 、 $k$  についても同様である。また、 $W_i$  は Write 処理を、 $R_j$ 、 $R_k$  は Read 処理を示す。

図 18 は、Write 処理のスケジューリングおよび実行のフローチャートである。同図のフローチャートで使用されている変数  $m$  は、スケジュールテーブル 70 に登録されている要素 Order (I) の個数を示す。

MPU 51 は、まず、いずれかのチャネル  $k$  で単位ブロック分の書き込みデータがバッファメモリ 64 に一時蓄積されたかどうかを判定する (ステップ S 11)。一時蓄積が終了していなければステップ S 11 の判定を繰り返す。

15 チャネル  $k$  で一時蓄積が終了すると、次に、その一時蓄積に要した時間に従ってチャネル  $k$  の Write 処理の終了期限  $T_k$  を算出する (ステップ S 12)。一時蓄積時間は、チャネル  $k$  の転送レートによって異なるため、終了期限  $T_k$  もそれによって異なってくる。

チャネル  $k$  の転送レートは、ダミー・パケットの割合によって変化するが、単位ブロック 2 個分のデータを転送する間には大きく変化しないと考えられる。したがって、次の単位ブロック分のデータの一時蓄積時間も同じ程度であり、既に蓄積されたデータをこの時間内にディスク 66 に書き込めばよいことになる。そこで、例えば、タイマから取得した現時刻に一時蓄積時間を加算して、終了期限  $T_k$  を算出する。

次に、未処理の $m$ 個のWrite処理を終了期限の早い順に並べたスケジュールテーブル70の最下位に、チャンネル $k$ のWrite処理を登録する(ステップS13)。すなわち、変数 $m$ の値を“1”インクリメントした後、Order( $m$ )に $T_k$ を登録する。このとき、Order( $m$ )には、同時に、 $W_k$ 、 $C_k$ 、および $A_k$ も登録される。

次に、登録されたOrder( $m$ )を含めて、 $m$ 個の要素の終了期限 $T$ を比較し、早い順に要素を並べ替えて(ステップS14)、ステップS11に戻り、ステップS11以降の処理を繰り返す。ステップS11～ステップS14の処理は、あるチャンネルの単位ブロックのデータがバッファメモリ64に蓄積される毎に、スケジュールテーブル70に新たな要素を追加して、スケジュールテーブル70に登録された要素を終了期限の早いものから順に、ソートする処理である。これにより、スケジュールテーブル70には、常に、終了期限の早いものから順に、要素Order(1)、Order(2)、... が登録される。

ステップS11～S14の処理と並行して、ステップS15～ステップS17のループ処理が、MPU51により実行される。

このループ処理において、まず、 $m=0$ かどうかを判定する(ステップS15)。この判定は、スケジュールテーブル70に要素Order(1)が登録されているか判断する処理である。

$m=0$ でなければ、未処理のWrite処理が残っていると判断し、スケジュールテーブル70を参照して、その先頭要素Order(1)に登録されたWrite処理の実行をドライバ回路63に指示する(ステップS16)。これにより、ドライバ回路63は、

バッファメモリ 64 に蓄積された Order (1) に登録されたチャンネル i のデータを、ディスク 66 上のアドレス A i の位置に書き込む。

次に、MPU 61 は、スケジュールテーブル 70 において、登録  
5 されている Order (2) 以下の要素の番号を 1 つずつ繰り上げる (ステップ S 17)。ここでは、 $I = 2, 3, \dots, m$  について、 $Order(I-1) = Order(I)$  の置き換えを実行し、変数 m の値を “1” デクリメントする。そして、ステップ S 15 以降の処理を繰り返す。

10 ステップ S 15 において  $m = 0$  であれば、Write 処理はすべて終了していると判断し、ステップ S 11 に移行する。

また、図 19 は、Read 処理のスケジューリングおよび実行を説明するフローチャートである。各チャンネルではバッファメモリ 64 の単位ブロック 2 個分のデータがドライバ回路 63 によりディスク 66 から先読みされ、バッファメモリ 64 に一時蓄積される (ス  
15 テップ S 21)。今、チャンネル k で最初のブロックのデータがバッファメモリ 64 から LSI 62 へ転送中であり、次のブロックのデータは先読みが終了したとする。

この時、MPU 61 は、まず、いずれかのチャンネルで単位ブロッ  
20 ク分の読み出しデータがバッファメモリ 64 から送り出されたかどうかを判定する (ステップ S 22)。送り出しが終了していなければステップ S 22 の判定を繰り返す。

そして、ステップ S 22 で、チャンネル k のデータの送り出しが終了したと判定すると、既に、先読みされているチャンネル k の次のブ  
25 ロックのデータの終了期限情報に従って、チャンネル k の Read 処

理の終了期限  $T_k$  を算出する (ステップ S 2 3)。

ディスク 6 6 から読み出されたバイナリデータに従って読み出しデータを転送する場合、転送時間は、書き込み時のバッファメモリ 6 4 での一時蓄積時間を表す終了期限情報によって決まってくる。

- 5   そこで、例えば、タイマから取得した現時刻に終了期限情報に対応する時間を加算して、終了期限  $T_k$  を算出する。ドライバ回路 6 3 は、この終了期限  $T_k$  までに、次の単位ブロック分のデータをディスク 6 6 から先読みすればよい。

- 次に、図 1 8 のステップ S 1 3 と同様にして、未処理の  $m$  個の R  
10   e a d 処理を含むスケジュールテーブル 7 0 の最下位に、チャンネル  $k$  の R e a d 処理を登録する (ステップ S 2 4)。そして、図 8 のステップ S 1 4 と同様にして、 $m$  個の要素を終了期限の早い順に並べ替えて (ステップ S 2 5)、ステップ S 2 2 ~ S 2 5 の処理を繰り返す。

- 15   M P U 6 1 は、ステップ S 2 2 ~ S 2 5 のループ処理と並行して、ステップ S 2 6 ~ S 2 8 のループ処理を実行する。

すなわち、まず、 $m = 0$  かどうかを判定する (ステップ S 2 6)。

- $m = 0$  でなければ、未処理の R e a d 処理が残っていると判断し、スケジュールテーブル 7 0 を参照して、先頭要素 O r d e r (1)  
20   に登録された R e a d 処理の実行をドライバ回路 6 3 に指示する (ステップ S 2 7)。そして、ドライバ回路 6 3 は、ディスク 6 6 上のアドレス  $A_i$  の位置からチャンネル  $i$  のデータを読み出し、バッファメモリ 6 4 に格納する。

- 次に、M P U 6 1 は、図 1 8 のステップ S 1 7 と同様にして、ス  
25   ケジュールテーブル 7 0 において O r d e r (2) 以下の要素の番

号を1つずつ繰り上げ（ステップS28）、再び、ステップS26以降の処理を繰り返す。そして、ステップS26において $m=0$ であれば、Read処理はすべて終了していると判断し、ステップS22に移行する。

5      また、Write処理とRead処理が混在する場合は、図20に示すような処理が行われる。MPU31は、まず、いずれかのチャンネルでバッファメモリ64へのアクセスが終了したかどうかを判定する（ステップS31）。アクセスが終了していなければステップS31の判定を繰り返す。

10      そして、ステップS31において、チャンネルkのバッファメモリ64へのアクセスが終了したと判定すると、次に、終了したアクセスの種類がWrite処理に伴う一時蓄積とRead処理に伴う送り出しのいずれであるかを判定する（ステップS32）。アクセスが一時蓄積であれば、図18のステップS12と同様にして、一時蓄積時間から終了期限 $T_k$ を算出する（ステップS33）。一方、アクセスが送り出しであれば、図19のステップS23と同様にして、次のブロックのデータの終了期限情報から終了期限 $T_k$ を算出する（ステップS34）。次に、図18のステップS13と同様にして、スケジュールテーブル70の最下位にチャンネルkの処理を登録する（ステップS35）。このとき、Write処理の場合は $W_k$ が登録され、Read処理の場合は $R_k$ が登録される。

次に、図18のステップS14と同様にして、スケジュールテーブル70の要素を並べ替え（ステップS36）、ステップS31～S36のループ処理を繰り返す。また、上記ループ処理と並行して、ステップS37～S41のループ処理を実行する。すなわち、まず、

$m = 0$  かどうかを判定する (ステップ S 3 7)。

$m = 0$  でなければ、スケジュールテーブル 7 0 を参照して、先頭要素  $Order(1)$  に登録された処理の種類をチェックする (ステップ S 3 8)。そして、「W」が登録されていれば、Write 処理の実行をドライバ回路 6 3 に指示し (ステップ S 3 9)、「R」が登録されていれば、Read 処理の実行をドライバ回路 6 3 に指示する (ステップ S 4 0)。

次に、図 1 8 のステップ S 1 7 と同様にして、スケジュールテーブル 7 0 において  $Order(2)$  以下の要素の番号を 1 つずつ繰り上げ (ステップ S 4 1)、ステップ S 3 7 に戻る。そして、ステップ S 3 7 において  $m = 0$  であれば、Read/Write 処理はすべて終了していると判断し、ステップ S 3 1 に移行する。

ところで、図 1 8 のステップ S 1 4、図 1 9 のステップ S 2 5、および図 2 0 のステップ S 3 6 においてスケジュールテーブル 7 0 の要素を並べ替える場合、終了期限  $T$  の比較方法に応じていくつかのアルゴリズムが考えられる。

例えば、図 1 7 において新たに登録された要素を 1 つ上の順位の要素と比較するアルゴリズムは、図 2 1 のようになる。このアルゴリズムでは、MPU 6 1 は、まず、新たに登録された  $Order(m)$  の終了期限  $T_k(m)$  を  $Order(m-1)$  の終了期限  $T_j(m-1)$  と比較し、 $T_k(m) > T_j(m-1)$  であれば、並べ替えを終了する。

また、 $T_k(m) = T_j(m-1)$  であれば、現在のヘッ드의ブロックアドレス  $A_h$ 、 $Order(m)$  のブロックアドレス  $A_k(m)$ 、および  $Order(m-1)$  のブロックアドレス  $A_j(m-1)$  の

関係をチェックする。そして、 $A_k(m) - A_h > A_j(m-1) - A_h$  であれば、 $Order(m)$  の方が  $Order(m-1)$  よりもヘッドのシーク時間が長くなると判断して、並べ替えを終了する。

- 5     {  $T_k(m) = T_j(m-1)$  かつ  $A_k(m) - A_h \leq A_j(m-1) - A_h$  }, または  $T_k(m) < T_j(m-1)$  であれば、 $Order(m)$  と  $Order(m-1)$  を入れ替える。そして、 $m$  の値を “1” デクリメントして、同様の処理を繰り返す。

- 10    多くの場合、新たに登録された処理の終了期限は既に登録されている処理のそれよりも遅いことが期待できるので、このようなアルゴリズムによれば、並べ替え処理の時間が最小限に押さえられる。

- また、図 17 において新たに登録された要素を、二分探索手法を用いてスケジュールテーブル 70 に登録するアルゴリズムは、図 22 のようになる。このアルゴリズムでは、MPU 61 は、まず、  
15     $Order(m)$  の終了期限  $T_k(m)$  を  $Order(m/2)$  の終了期限  $T_j(m/2)$  と比較する。

- そして、 $T_k(m) > T_j(m/2)$  であれば、次に、 $Order(m/2)$  と  $Order(m)$  の間のさらに半分の順位の要素  $Order(3m/4)$  を比較対象とし、 $T_k(m)$  を  $T_j(3m/4)$  と比較する。一方、 $T_k(m) < T_j(m/2)$  であれば、次に、 $T_k(m)$  を  $T_j(m/4)$  と比較する。  
20

- このような比較処理を繰り返して、 $T_k(m)$  が属する範囲を徐々に絞り込んでいき、最後に確定した順位に  $Order(m)$  を挿入する。これにより、2 のべき乗程度の回数で比較が終了し、並べ替えが比較的短時間で終了する。  
25



次に、図 2 3 から図 2 9 までを参照しながら、複数のチャンネルでリアルタイムの書き込み要求が発生した場合に、ディスク 6 6 上の適切な書き込み領域を割り当てるスケジューリング方法について説明する。

- 5 前述したように、通常、ディスク 6 6 には 1 つ以上のトラックからなる複数のゾーンが設けられている。Z C A V 方式の場合、外周のゾーンの記憶容量は内周のゾーンのそれよりも大きいため、外周のゾーンの転送レートは内周のゾーンのそれよりも大きくなる。そこで、このようなゾーンによる転送レートの違いを考慮し、状況に  
10 応じて書き込み対象のゾーンを動的に変更することにする。

図 2 3 は、リアルタイムの複数の書き込み要求に対して、W r i t e 処理の数に応じてゾーンを決定する処理の第 1 の原理を説明するフローチャートである。M P U 6 1 は、まず、複数チャンネルの R e a d / W r i t e のリアルタイム命令に従い、一定のブロック単位  
15 位でデータをバッファメモリ 6 4 に一時蓄積する（ステップ S 5 1）。上述したように、単位ブロックのサイズは、通常、6 4 K B 程度である。

次に、リアルタイムの W r i t e 命令の実行数が増えた場合には、その実行数に従ってディスク 6 6 上の書き込みゾーンをより外周に変更し（ステップ S 5 2）、W r i t e 命令の実行数が減った場合  
20 には、その実行数に従って書き込みゾーンをより内周に変更する（ステップ S 5 3）。

この方法では、W r i t e 命令の実行数とゾーンとがあらかじめ対応付けられており、同時に実行する W r i t e 処理の数に応じて  
25 書き込みゾーンを移動することで、転送レートの最適化が図られる。

例えば、MPU 61は、ステップS 5 2においては、書き込みアドレスを実行数に対応する、より外周のゾーンに移動し、ステップS 5 3においては、書き込みアドレスを実行数に対応する、より内周のゾーンに移動する。このように、Write処理の数が増えた  
5 場合に、より転送レートの高い外周のゾーンを利用することで、処理効率が向上する。

また、図2 4は、リアルタイムの複数の書き込み要求に対して、Write処理の転送レートに応じてゾーンを決定する処理の第2の原理を説明するフローチャートである。MPU 61は、まず、複数  
10 数チャンネルのRead/Writeのリアルタイム命令に従い、一定のブロック単位でデータをバッファメモリ6 4に一時蓄積する（ステップS 6 1）。

次に、リアルタイムのWrite命令の実行数が増えた場合には、それらの命令の実行レートの合計に従ってディスク3 6上の書き込み  
15 ゾーンをより外周に変更し（ステップS 6 2）、Write命令の実行数が減った場合には、それらの命令の実行レートの合計に従って書き込みゾーンをより内周に変更する（ステップS 6 3）。

この方法では、複数のWrite命令が要求する転送レートの総和と各ゾーンの転送レートとの関係を考慮してゾーンを移動することで、図2 3の方法よりさらに綿密な最適化が図られる。  
20

MPU 61は、ステップS 6 2においては、例えば、複数のWrite命令が要求する転送レートの総和が現在のヘッド位置に対応するゾーンの基準転送レートを上回るならば、書き込みアドレスをより外周のゾーンに移動する。

25 また、ステップS 6 3においては、例えば、転送レートの総和が

現在のゾーンの基準転送レートを下回り、かつ、より内周のゾーンの基準転送レートがその総和を上回るならば、書き込みアドレスをそれより内周のゾーンに移動する。このように、複数のWrite命令が要求する転送レートの総和に応じて、より最適なゾーン領域  
5 に移動することで、ディスク66を効率的に使用して、ディスク66へのアクセス効率を向上することができる。

図25は、ディスク66上の複数のゾーンと各ゾーンの転送レートの例を示している。ディスク36は、6つのゾーンZ1～Z6に分割され、ゾーンZ1、Z2、Z3、Z4、Z5、Z6の容量は、  
10 それぞれ、1トラック当たり92KB（キロバイト）、100KB、108KB、116KB、124KB、132KBである。

ディスク66の回転数を10000rpm（6ms／回転）とすると、ゾーンZ1、Z2、Z3、Z4、Z5、Z6の転送レートは、それぞれ、15.4MB/s、16.8MB/s、18.1MB/s、  
15 s、19.5MB/s、20.9MB/s、22.3MB/sとなる。一般に、最内周のゾーンの転送レートは最外周のゾーンの60％程度である。

図26は、図23のゾーン決定処理に従って、図25のようなゾーンにデータを書き込む処理の例を示している。まず、Write  
20 処理のチャンネル数が1（Ch1）の場合は、最内周のゾーンZ1が選択され、トラックの方向（円周方向）に沿ってCh1、Ch1、Ch1、Ch1、...の順に、ゾーンZ1の連続アドレスにデータが書き込まれる。また、チャンネル数が2（Ch1、Ch2）の場合は、ゾーンZ2が選択され、Ch1、Ch2、Ch1、Ch2、...  
25 の順に、ゾーンZ2の連続アドレスにデータが書き込まれる。

チャンネル数が3 (Ch 1 ~ Ch 3) の場合は、ゾーン Z 3 が選択され、Ch 1、Ch 2、Ch 3、... の順に、ゾーン Z 3 の連続アドレスにデータが書き込まれる。また、チャンネル数が4 (Ch 1 ~ Ch 4) の場合は、ゾーン Z 4 が選択され、Ch 1、Ch 2、Ch 3、Ch 4、... の順に、ゾーン Z 4 の連続アドレスにデータが書き込まれる。チャンネル数が5 (Ch 1 ~ Ch 5) の場合は、ゾーン Z 5 が選択され、Ch 1、Ch 2、Ch 3、Ch 4、Ch 5、... の順に、ゾーン Z 5 の連続アドレスにデータが書き込まれる。また、チャンネル数が6 (Ch 1 ~ Ch 6) の場合は、ゾーン Z 6 が選択され、Ch 1、Ch 2、Ch 3、Ch 4、Ch 5、Ch 6、... の順に、ゾーン Z 6 の連続アドレスにデータが書き込まれる。

また、図 2 4 のゾーン決定処理に従ってデータを書き込む場合は、各ゾーン毎に基準転送レートが設定され、Write 処理の転送レートの総和をこの基準転送レートと比較して、書き込みゾーンが決定される。各 Write 処理の転送レートは、例えば、バッファメモリ 6 4 における単位ブロック当たりの一時蓄積時間から計算される。

基準転送レートとしては、図 2 5 に示した各ゾーンの転送レート以下の値が用いられる。ここでは、シーク待ち、回転待ちの時間を考慮して、各ゾーンの転送レートの 30 % 程度の値を用いることにし、ゾーン Z 1、Z 2、Z 3、Z 4、Z 5、Z 6 の基準転送レートを、それぞれ、5.0 MB/s、5.5 MB/s、6.0 MB/s、6.5 MB/s、7.0 MB/s、7.5 MB/s とする。

まず、Write 処理の転送レートの総和が 5.0 MB/s 以下の場合、最内周のゾーン Z 1 が選択され、図 2 6 と同様にして、

ゾーン Z 1 の連続アドレスにデータが書き込まれる。また、転送レートの総和が  $5.0 \text{ MB/s}$  より大きく  $5.5 \text{ MB/s}$  以下の場合、ゾーン Z 2 の連続アドレスにデータが書き込まれる。

転送レートの総和が  $5.5 \text{ MB/s}$  より大きく  $6.0 \text{ MB/s}$  以下の場合は、ゾーン Z 3 の連続アドレスにデータが書き込まれ、それが  $6.0 \text{ MB/s}$  より大きく  $6.5 \text{ MB/s}$  以下の場合は、ゾーン Z 4 の連続アドレスにデータが書き込まれる。また、転送レートの総和が  $6.5 \text{ MB/s}$  より大きく  $7.0 \text{ MB/s}$  以下の場合は、ゾーン Z 5 の連続アドレスにデータが書き込まれ、それが  $7.0 \text{ MB/s}$  より大きく  $7.5 \text{ MB/s}$  以下の場合は、ゾーン Z 6 の連続アドレスにデータが書き込まれる。

このように、各チャネルのデータは、ディスク 6 6 上の同じゾーンまたは近接したゾーンに集中して、かつ、スケジューリングされた順序に従ってできる限りシーケンシャルに書き込まれる。これにより、ディスク 6 6 のシーク待ち、回転待ち等の時間を短縮することができる。

また、割り当てられたゾーンが実行時に一杯の場合（空き領域がない場合）は、自動的により外側の隣接するゾーンが選択され、外側のゾーンがすべて一杯の場合は、内側のゾーンが選択される。

図 2 7 は、図 2 3 のゾーン決定処理に基づく Write 処理のフローチャートである。ストレージデバイス 5 1 は、まず、N チャネルの同時 Write 命令を受け付けてそれらを実行し（ステップ S 7 1）、同時 Write 処理のチャネル数の増減があるかどうかをチェックする（ステップ S 7 2）。

チャネル数が増えた場合は、書き込みゾーンを 1 つ外側に移動し、

チャンネル数  $N$  を 1 だけインクリメントして (ステップ S 7 3)、 $N$  チャンネルの同時 *Write* 処理をスケジューリングされた順序で実行する (ステップ S 7 4)。このとき、各チャンネルのデータは、選択されたゾーンにシーケンシャルに書き込まれ、ステップ S 7 2 以降の処理が繰り返される。

ステップ S 7 2 においてチャンネル数が減った場合は、書き込みゾーンを内側に移動し、チャンネル数  $N$  を 1 だけデクリメントして (ステップ S 7 5)、 $N = 0$  となったかどうかをチェックする (ステップ S 7 6)。 $N = 0$  でなければ、ステップ S 7 4 以降の処理を行う。

また、ステップ S 7 2 においてチャンネル数が変化していない場合は、書き込みゾーンを移動せずにステップ S 7 4 以降の処理を行う。そして、ステップ S 7 6 において  $N = 0$  となれば、同時 *Write* 処理がすべて終了したと判断し、処理を終了する。

ところで、図 2 5 に示したような内周と外周の転送レートが異なるディスク 6 6 では、内周ゾーンに集中してデータを書き込むことが困難である。この場合、内周と外周のゾーンを対にして交互にアクセスすることで、ディスク全体で転送レートが平均化され、一定の転送レートが得られると考えられる。例えば、図 1 2 の 6 つのゾーンの平均転送レートは、18.8 MB/s である。

図 2 8 は、このような *Write* 処理のフローチャートである。ストレージデバイス 5 1 は、まず、複数チャンネルの *Write* のリアルタイム命令に従い、一定のブロック単位でデータをバッファメモリ 6 4 に一時蓄積する (ステップ S 8 1)。

次に、ドライバ回路 6 3 は、ゾーン対の片方のゾーンに対して、複数チャンネルの *Write* 命令に対応する実行数分のブロックデー

タを連続して書き込み（ステップS 8 2）、ゾーン対の他方のゾーンにヘッドを移動する（シークする）（ステップS 8 3）。

次に、移動先のゾーンに対して、複数チャネルのW r i t e 命令に対応する実行数分のブロックデータを連続して書き込み（ステップS 8 4）、ゾーン対の他方のゾーンにヘッドを戻す（ステップS 8 5）。

次に、書き込みデータが終了したかどうかを判定し（ステップS 8 6）、データが終了していなければ、ステップS 8 2以降の処理を繰り返す。そして、ステップS 8 6においてデータが終了すれば、  
10 処理を終了する。

この方法によれば、ゾーン対となる内周と外周のゾーン間をヘッドが交互に移動しながら、各ゾーンにシーケンシャルにデータが書き込まれる。言い換えれば、データはディスク36上の一部分に集中して書き込まれるのではなく、ゾーン単位で分散させながら書き  
15 込まれる。これにより、ディスク全体で転送レートが平均化されるため、処理効率が向上する。

図29は、図28の書き込み処理の例を示している。W r i t e 処理のチャネル数を3（C h 1～C h 3）とし、最内周のゾーンZ 1と最外周のゾーンZ 6をゾーン対とすると、まず、ゾーンZ 1に  
20 おいて、C h 1、C h 2、C h 3、... の順に連続アドレスにデータが書き込まれ、次に、ゾーンZ 6にシークして、C h 1、C h 2、C h 3、... の順に連続アドレスにデータが書き込まれる。このような動作がデータの書き込みが終了するまで繰り返され、ディスクヘッドはゾーンZ 1とゾーンZ 6の間を往復しながら、3チャネ  
25 ルのデータの連続書き込みを行う。

以上説明したように、ディスクアクセスの制御は、主として、図 12 の MPU 61 により行われる。MPU 61 は、図 30 に示すように、マイクロプロセッサ 71 とメモリ 72 を含む。メモリ 72 は、例えば、ROM (read only memory)、RAM (random access memory) 等を含み、制御に用いられるプログラムとデータを格納する。マイクロプロセッサ 71 は、メモリ 72 を利用してプログラムを実行することにより、必要な処理を行う。

バス 75 に接続された媒体駆動装置 73 は、可搬記録媒体 74 を駆動し、その記録内容にアクセスする。可搬記録媒体 74 としては、メモリカード、フロッピーディスク、CD-ROM (Compact Disk Read Only Memory)、光ディスク、光磁気ディスク (Magneto-Optical disk) 等、任意のコンピュータ読み取り可能な記録媒体が用いられる。この可搬記録媒体 74 に上述のプログラムとデータを格納しておき、必要に応じて、それらを MPU 61 のメモリ 72 にロードして使用することもできる。

さらに、MPU 61 は、LSI 62 を介して、外部のネットワークから上述のプログラムとデータを受け取り、それらをメモリ 72 にロードして使用することもできる。

本発明は、ホームネットワークにおける映像／音声データの処理だけでなく、データをリアルタイムで処理しなければならないような任意の用途に適用することができる。例えば、処理対象のデータをコンピュータシステムへ取り込む場合にも、同様の制御が可能である。また、アクセス対象としては、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスクを始めとして、メモリカード等も含む任意の記録媒体を用いることができる。



本発明によれば、実際の書き込みデータの転送レートに従って終了期限を決め、それに基づいてディスクアクセスのスケジューリングを行うことで、多数のチャネルの記録／再生が可能になる。また、リアルタイムの複数の書き込み要求に対して書き込み領域による転送レートの違いを利用することで、処理が効率化され、さらに多数のチャネルの記録／再生が可能になる。

図 3 1 から図 3 3 は、本発明を、記録媒体として A S M O に適用した実施形態の記録方式を説明する図である。尚、本発明は、A S M O に限定されるものではなく、ランド・グループ記録方式を採用している他の記憶媒体にも適用可能である。

図 3 1 から図 3 3 では、理解を容易にするために、論理ゾーン L Z 1、L Z 2、L Z 3 の 3 つの論理ゾーンにデータを記録する例を示している。

図 3 1 に示すように、各論理ゾーン L Z 1、L Z 2、L Z 3 は、隣接するグループ 1 0 1 とランド 1 0 2 を有し、欠陥セクタに対処するために、グループ 1 0 1 とランド 1 0 2 のそれぞれに後続して、交替セクタ 1 0 4、1 0 5 が設けられている。

図 3 2 は、1 チャネルのデータを論理ゾーン L Z 1、L Z 2、L Z 3 にシーケンシャルに記録する方法を説明する図である。

同図 (a) は、論理ゾーン単位で記録する例であり、論理ゾーン L Z 1、L Z 2、L Z 3 の順に、1 ~ 6 の順序でデータが記録される。すなわち、この場合、各論理ゾーンにおいて、グループ 1 0 1、ランド 1 0 2 の順にデータが記録される。

同図 (b) は、グループ 1 0 1 のみに記録する例であり、論理ゾーン L Z 1、L Z 2、L Z 3 の順に、それぞれのグループ 1 0 1 に、

データが順に記録される。同図(c)は、ランド102のみに記録する例であり、論理ゾーンLZ1、LZ2、LZ3の順に、それぞれのランド102に、データが順に記録される。

図33は、2チャンネルのデータを論理ゾーンLZ1、LZ2、LZ3に同時記録する方法を説明する図である。

同図において、1-1~1-3はチャンネルCh1のデータ、2-1~2-3はチャンネルCh2のデータを示している。この場合、論理ゾーンLZ1、LZ2、LZ3の順に、グループ101とランド102に交互にデータが記録されるが、チャンネルCh1のデータは論理ゾーンLZ1、LZ2、LZ3のグループ101に記録され、チャンネルCh2のデータは論理ゾーンLZ1、LZ2、LZ3のランド102に記録される。このように、チャンネルCh1のデータとチャンネルCh2のデータを、グループ101とランド102に分けて記録することで、一方のチャンネルの記録データが削除された場合でも、他方のチャンネルのデータの再生に支障が及ぶことはない。また、記録データが削除された場所に、新たなチャンネルのデータを集中して高速に記録することができる。

図34は、チャンネルCh1、Ch2の2チャンネル同時記録を、図33(a)に示す方法で行った後に、チャンネルCh2の記録削除を行い、その後チャンネルCh1の記録データのガーベージコレクションを実施する処理の例を示す図である。

まず、同図(a)に示すように、論理ゾーンLZ1、LZ2、LZ3のグループ101にチャンネルCh1のデータを、論理ゾーンLZ1、LZ2、LZ3のランド102にチャンネルCh2のデータを同時記録したとする。この場合、ヘッドのシークは不要である。

次に、同図（b）に示すように、論理ゾーンL Z 1、L Z 2、L Z 3のランド1 0 2からチャンネルC h 2のデータを削除したとする。この場合、チャンネルC h 1のデータは論理ゾーンL Z 1、L Z 2、L Z 3のグループ1 0 1に連続して記録されているので、チャンネルC h 1のデータの再生はスムーズに実行できる。また、論理ゾーンL Z 1、L Z 2、L Z 3のランド1 0 2に、新たに、チャンネルC h 2'のデータを記録するようにすることも可能となる。

また、上述のようにしてチャンネルC h 2のデータを削除した後に、論理ゾーンL Z 3以降に、新たに、2チャンネルの同時記録を実行したい場合には、同図（c）に示すようにして、チャンネルC h 1のデータのガーベージコレクションを実施する。この場合、論理ゾーンL Z 1のランド1 0 2に論理ゾーンL Z 2のグループ1 0 1に記録されたチャンネルC h 1のデータが移動され、論理ゾーンL Z 2のグループ1 0 1に論理ゾーンL Z 3のチャンネルC h 1のデータが移動される。この結果、同図（c）に示すように、論理ゾーンL Z 3のグループ1 0 1とランド1 0 2が共に空き領域となる。このことにより、同図（e）に示すように、論理ゾーンL Z 3以降のグループ1 0 1とランド1 0 2に、それぞれ、チャンネルC h 3、C h 4のデータを同時記録することが可能になる。

図3.3及び図3.4の動作を実現する本実施形態の処理手順を、図3.5のフローチャートを参照しながら説明する。

まず、記録、再生、または削除命令をスタック（プッシュ・アップ・スタック）に格納する（ステップS 9 1）。

次に、スタックに命令があるか判定し（ステップS 9 2）、命令がなければ処理を終了する。

一方、ステップ S 9 2 で、命令が存在すると判定した場合には、スタックから命令を取り出し、その命令が 1 c h あるいは 2 c h のいずれの記録命令、再生命令、または削除命令であるか判定する（ステップ S 9 3）。

5     そして、1 c h の記録命令であれば、論理ゾーン、グループ、またはランドに沿って記録する（ステップ S 9 4）。また、2 c h の記録命令であれば、一方のチャンネルをグループに沿って、他方のチャンネルをランドに沿って記録する（ステップ S 9 5）。ステップ S 9 4、S 9 5 の処理の後、ステップ S 9 2 に戻る。

10    また、ステップ S 9 3 で命令が 1 c h あるいは 2 c h のいずれの記録命令でもないと判定した場合には、次に、再生命令または削除命令のいずれであるか判定する（ステップ S 9 6）。そして、再生命令であれば、1 c h の再生を行い（ステップ S 9 7）、ステップ S 9 2 に戻る。

15    一方、ステップ S 9 6 で削除命令と判定した場合には、次に、その削除命令が 2 c h 記録の片方の削除であるか判定する（ステップ S 9 8）。すなわち、2 c h 同時記録した場合の片方のチャンネルの削除であるか判定する（図 3 3 参照）。

20    そして、2 c h 記録の片方の削除ではなく、1 c h 記録の削除の命令であれば、指定された 1 c h 記録を削除し（ステップ S 9 9）、ステップ S 9 2 に戻る。すなわち、図 3 2 に示すような 1 c h 記録の削除であれば、論理ゾーン、グループ、またはランドから指定されたチャンネルの記録を削除する。

25    一方、ステップ S 9 8 で 2 c h 同時記録した場合の片方のチャンネルの削除命令であれば、その片方のチャンネルの記録を論理ゾー

ンのグループまたはランドから削除する（ステップS 1 0 0）。この場合、論理ゾーンのグループまたはランドに空きが生じる。

次に、ディスク上に論理ゾーンの空き領域が十分にあるか判定する（ステップS 1 0 1）。そして、空き領域が十分にあれば、ステップS 9 2に戻るが、空き領域が不足していれば、次の2 c h 同時記録に備え、ステップS 1 0 0で削除されなかったチャンネルの記録を、ステップS 1 0 0でグループまたはランドに空きが生じた論理ゾーンにガーベジコレクションする（ステップS 1 0 2）。

このガーベジコレクションは、図3 3（b）、（c）に示す方法により行う。これにより、空き領域となる論理ゾーンが増加する。ステップS 1 0 2の処理の後、ステップS 9 2に戻る。

以上のようにして、2 c hの同時記録において、グループ或いはランドの連続性をうまく利用して記録することで、後で、1 c hの再生をスムーズに行える。また、片方のチャンネルの削除を行っても飛び空き領域を作ることなく、それに伴うガーベジコレクションの実行回数も削減することができる。

次に、Z C A Vにより回転制御されるディスクにおける内周と外周の転送速度（転送レート）の違いを吸収する方法として、2チャンネルのデータを内周と外周に分散して記録する例を示す。図3 6に示すように、内周と外周の転送速度が異なるZ C A Vによりディスク1 1 0の回転制御を行うドライブでは、転送速度の遅い内周に集中して記録することは困難となる、そこで、内周のゾーンと外周のゾーンを対にして、これらのゾーンを交互にアクセスすることで、転送速度が平均化され、ディスク1 1 0全体で一定レートが得られる。

図 3 6 は、上述した図 2 5 のディスク 6 6 と同様な形式で、ディスク 1 1 0 を 6 つのゾーン 1 ~ 6 に分割した例であり、平均転送レートとして、18.8 MB/s が得られる。

図 3 7 は、図 3 6 に示すゾーン分割構成のディスク 1 1 0 に、2  
5 c h の同時記録を適用した場合の処理を説明する図である。まず、同図 (a) に示すようにゾーン 1 とゾーン 6 を対にして、ゾーン 6、1 に、それぞれ、チャンネル C h 1、2 のデータを同時記録したとする。この場合、トラック (円周) 方向に各チャンネルのデータを記録する。この場合、ヘッドのシークは、ゾーン 6 とゾーン 1 に対し  
10 し交互に行われる。

次に、同図 (a) に示すように、ゾーン 1 から C h 2 の記録を削除したとする。このことにより、ゾーン 1 に、新たに、チャンネル C h 2' のデータを集中して記録することが可能になる。また、内周の空き領域のみが増加して、2 c h の同時記録をする場所が少  
15 なくなってきた場合には、同図 (b) に示すように、転送レートの高いゾーン 6 の有効利用を図るために、ゾーン 6 に記録されている C h 1 のデータを C h 2 のデータの削除により空きができたゾーン 1 に移動するガーベージコレクションを実施する。

そして、ゾーン 6 に空き領域を確保した上で、同図 (c) に示す  
20 ように、ゾーン 6 とゾーン 2 を対にして、ゾーン 6、2 に、それぞれ、チャンネル C h 3、4 の同時記録を行う。

図 3 8 は、図 3 7 に示す処理を実現するアルゴリズムを説明するフローチャートである。

まず、記録、再生、または削除命令をスタック (プッシュ・アップ・  
25 プ・スタック) に格納する (ステップ S 1 1 1)。

次に、スタックに命令があるか判定し（ステップS 1 1 2）、命令がなければ処理を終了する。

一方、ステップS 1 1 2で、命令が存在すると判定した場合には、スタックから命令を取り出し、その命令が1 c hあるいは2 c hの  
5 いずれの記録命令、再生命令、または削除命令であるか判定する（ステップS 1 1 3）。

そして、1 c hの記録命令であれば、内周のゾーンを優先して指定されたチャンネルのデータを記録する（ステップS 1 1 4）。また、2 c hの記録命令であれば、一方のチャンネルを内周のゾーン  
10 に沿って、他方のチャンネルを外周のゾーンに沿って、交互に記録する（ステップS 1 1 5）。ステップS 1 1 4、S 1 1 5の処理の後、ステップS 1 1 2に戻る。

また、ステップS 1 9 3で命令が1 c hあるいは2 c hのいずれの記録命令でもないとは判定した場合には、次に、再生命令または削除命令のいずれであるか判定する（ステップS 1 1 6）。そして、  
15 再生命令であれば、1 c hの再生を行い（ステップS 1 9 7）、ステップS 1 1 2に戻る。

一方、ステップS 1 1 6で削除命令を判定した場合には、次に、その削除命令が2 c h記録の片方の削除であるか判定する（ステップS 1 1 8）。すなわち、2 c h同時記録した場合の片方のチャンネルの削除であるか判定する（図37（a）参照）。  
20

そして、2 c h記録の片方の削除ではなく、1 c h記録の削除の命令であれば、指定された1 c h記録を削除し（ステップS 1 1 9）、ステップS 1 1 2に戻る。

25 一方、ステップS 1 2 8で2 c h同時記録した場合の片方のチャ

ンネルの削除命令であれば、その片方のチャンネルの記録を削除する（ステップS 1 2 0）。この場合、内周または外周のゾーンに空き領域が生じる。

次に、記録が削除されたゾーンが内周側であるか判定する（ステップS 1 2 1）。そして、内周側でなければ、ステップS 1 1 2に戻るが、内周側であれば、次の2 c h同時記録に備え、ステップS 1 0 0で削除されなかった外周側のゾーンに記録されているデータを内周側のゾーンに移動するガーベージコレクションを実施する（ステップS 1 2 2）。

このガーベージコレクションは、図37（b）に示す方法により行う。これにより、外周側のゾーンの空き領域が増加する。ステップS 1 2 2の処理の後、ステップS 1 1 2に戻る。

以上のようにして、転送速度の遅い内周側のゾーンと転送速度の速い外周側のゾーンとを対にして利用することにより、2チャンネル記録を高速化することができる。

図39及び図40は、図38の詳細フローチャートである。図39及び図40のフローチャートの説明に先立って、本フローチャートで使用する管理テーブルについて説明する。

本フローチャートでは、mチャンネルの映像データに対して、各チャンネル毎のストリームデータの繋ぎを示すStreamという情報を定義する。図41は、このStreamを管理するテーブル120の構成例を示す図である。

このテーブル120は、m個のStream(1)～(m)から構成される。Stream(i)はiチャンネルのストリームデータの情報である( $i = 1, 2, \dots, m$ )。各Stream(i)は、



データが記録されている先頭アドレス (A d d) と連続アドレスに記録されているデータ量 (D a t a) との組 (A d d, D a t a) がリスト構造で連結されたデータ構造となっており、このリストの最後にはストリームの終了を示す情報 (E N D) が付加される。また、S t r e a m (i) は、2 c h 記録の対象となっているかを示す“相手 s t r e a m”という情報を有する。1 c h 記録の場合、相手 s t r e a m の値は“0”に設定される。

また、図 4 2 はディスク 1 1 0 の各ゾーンの空き領域を管理するテーブル 1 3 0 の構成例を示す図である。この例では、ディスク 1 1 0 の内周と外周を共に n 個のゾーンに分割し、内周の n 個のゾーン (ゾーン 1 ~ ゾーン n + 1) と外周の n 個のゾーン (ゾーン n + 2 ~ ゾーン 2 n) を個別に管理する。各ゾーン j (j = 1 ~ 2 n) は、その中での空き領域を示す情報 (E m p t y [j]) と記録された充填領域を示す情報 (F u l l (j)) を持つ。E m p t y [j] と F u l l [j] のいずれの情報も、S t r e a m (i) と同様な連結リストで構成される。尚、E m p t y [j] のアドレス A d d は対応ゾーン j の空き領域の先頭アドレスをしめし、F u l l [j] のアドレス A d d は対応ゾーン j の先頭アドレスを示す。また、E m p t y のデータ量は空き容量であり、F u l l のデータ量は記録データ量を示す。また、E m p t y [j] の初期値は (ゾーン j の先頭アドレス, ゾーン j のデータ量) → E n d であり、F u l l [k] の初期値は E n d (記録データ量無し) である。

図 4 3 は、図 3 6 に示すディスク 1 1 0 のゾーン構成を管理するテーブル 1 4 0 を示す図である。このテーブル 1 4 0 は、図 4 2 において n = 3 とした場合に相当し、各ゾーンについて、「バイト数

／トラック」、「トラック数」、「セクタ数」、及び「セクタアドレス」を管理している。ゾーン1～6には、それぞれ、ゾーンno. (ゾーン番号) として“1”～“6”が割り当てられている。また、各ゾーン1～6には1000個のトラックが設けられている。また、

5 1セクタは512B (バイト) であり、ゾーン1には、184k (184000) のセクタが設けられている。図43に示されているように、セクタ数は外周のゾーン程多くなり、ゾーン6では264k (264000) のセクタが設けられている。セクタアドレスは、ゾーン1の先頭セクタから順にシリアルに割り当てられている。図

10 43には、各ゾーンの先頭セクタアドレスと最終セクタアドレスが示されており、ゾーン1の先頭セクタアドレスは“1”、ゾーン6の最終セクタアドレスは“1344000”となっている。

以下、図39及び図40のフローチャートの処理手順を、説明する。

15 尚、これらのフローチャートで示されているアドレスは、セクタアドレスである。

まず、ディスク110の空きゾーンを管理するためにテーブル120、130を初期化する (ステップS131)。この初期化処理では、以下の(1)～(3)の処理を行う。

20 (1) テーブル120の初期化

まだ、映像データを記録していないので、Stream (1)～(m)に「END」を登録し、相手streamを“0”に初期化する (最初は、1ch記録を対象とする)。

(2) テーブル130の初期化

25 内周ゾーン (番号1～n) と外周ゾーン (番号n+1～2

n) を定義し、これら  $2n$  個のゾーンの `Empty` 情報と `Full` 情報を初期化する。`Empty` には、該当するゾーンの先頭アドレス、該ゾーンのデータ量を登録し、最後に `End` を付加する。`Full` には、`End` だけを登録する。

- 5      (3)      これから記録していく最初の内周ゾーンのゾーン番号を示すパラメータ `inner-zone` を “1” に、これから記録していく最初の外周ゾーンのゾーン番号を示すパラメータ `outer-zone` を “ $2n$ ” に設定する。また、`Stream` 番号を “1” に設定する。

次に、命令の種類が、`1ch` 記録なのか、`2ch` 記録なのか、それら以外なのか判断し (ステップ S 1 3 2)、`1ch` 記録であれば  
10      ステップ S 1 3 3 に、`2ch` 記録であればステップ S 1 4 0 に、その他であればステップ S 1 4 7 に進む。

ステップ S 1 3 3 では、`1ch` 記録なので、内周に記録することを優先し、内周用の `Stream` 番号が設定される変数  $m2$  に  $m$  の  
15      値を代入し、`Stream` 番号  $m$  の値を “1” インクリメントする。また、相手 `stream` はまだ存在しないので、相手 `stream` は “0” に設定する。この処理により、 $m2$  の値は最初は、“1” となる。

次に、テーブル 1 3 0 において、内側のゾーン (`inner-zone`) から、各ゾーンの空き領域を示す `Empty` リストを検索し、データ  
20      量が 0 より大きい `Empty [I]` ( $I = \text{inner-zone} \sim 2n + 1$ ) が見つければ (ステップ S 1 3 4)、その `Empty [I]` のリスト内容に従い、ゾーン  $I$  に `1ch` 記録を行う (ステップ S 1 3 5)。

ステップ S 1 3 5 での記録の途中で、随時、`Empty [I]` に  
25      リストされている全ての領域に記録したか判断し (ステップ S 1 3

6)、全ての領域に記録すれば、テーブル120のStream(m2)にEmpty[I]のリストを追加する。これにより、Stream(m2)にStream番号m2のストリームデータのゾーンI上の記録領域が登録される。次に、Empty[I]のリストをEndのみとする。これにより、ゾーンIに空き領域がないことが、Empty[1]に登録される。また、Full[I]には、対象ゾーンIの全領域にデータが記録されたことを示すために、(ゾーンIの先頭アドレス、ゾーンIのデータ量)→Endのリストを登録する。そして、Iを“1”インクリメントし、対象ゾーンを1つ外周側に移す(ステップS137)。

次に、lchの記録が終了したか判断し(ステップS138)、記録が終了していれば、ステップS139に進むが、まだ、Stream番号m2のストリームデータの全記録を終了していなければ、ステップS135に戻る。

15     このようにして、lch記録の場合には、Stream番号m2のストリームデータの全ての記録が終了するまで、ステップS135～S137の処理を繰り返し、内周のゾーンから1ゾーンづつ外周のゾーンに残りのストリームデータを記録していく。

そして、ステップS138でStream番号m2のストリームデータの全ての記録が終了したと判断すれば、その記録データの最終アドレスまでのリストを、Stream(m2)に追加する。次に、Empty[I]には、(最終アドレス+1, 残りのデータ量)→Endのリストを登録し、Full[I]には、(ゾーンIの先頭アドレス、記録されたデータ量)→Endのリストを登録する。

25     そして、次の内周ゾーンの書き込み起点を示す inner-zone にIを

設定し、ステップS 1 3 2に戻る。

尚、ステップS 1 3 9において、ステップS 1 3 6でY e s と判断された後、ステップS 1 3 8でY e s と判断された場合には、inner-zone にIを設定する処理のみが行われる。この場合、ステップS 1 3 6でY e s と判断された時点で、S t r e a m番号m 2  
5 のストリームデータ記録は全て終了しており、再び、ステップS 1 3 5の処理は実行されることはないからである。

以上のようにして、記録されたS t r e a m番号m 2のストリームデータのアドレス情報とデータ量をテーブル1 2 0のS t r e a m  
10 m (m 2)に登録し、テーブル1 3 0のE m p t y []とF u l l []のリストを更新する。

一方、ステップS 1 4 0では、2 c h記録なので、内周ゾーンと外周ゾーンに分散して記録する。このため、外周用のS t r e a m番号m 1をmに、内周用のS t r e a m番号m 2を(m+1)に設定する。この実施形態の場合、外周ゾーンに記録されるチャンネルデータのS t r e a m番号は、内周ゾーンに記録される他チャンネルのS t r e a m番号よりも1つ小さくなる。続いて、2 c h記録であるため、S t r e a m番号mを“2”インクリメントする。また、2 c hの記録の場合には、データが記録される内周ゾーンと外  
20 周ゾーンとも、相手s t r e a mは互いに存在するので、S t r e a m(m 1)の相手s t r e a mにm 2を、S t r e a m(m 2)の相手s t r e a mにm 1に設定する。次に、S t r e a m番号m 2のストリームデータは内周ゾーンに記録するので、ステップS 1 3 4に進むと共に、S t r e a m番号m 1のストリームデータは外  
25 周ゾーンに記録するので、ステップS 1 4 1に進む(ステップS 1

40)。

以後、ステップS 1 3 4以降の処理とステップS 1 4 1以降の処理は、並列処理される。

ステップS 1 4 1では、テーブル1 3 0のE m p t y リストを参照して、外周のゾーン (outer-zone) から順次1ゾーンずつ内周側のゾーンへと、空き領域の有るゾーンJを探索する (ステップS 1 4 1)。

そして、ステップS 1 4 1で見つけたゾーンJのE m p t y [J]の内容に従い、ゾーンJにS t r e a m 番号m 1のストリームデータを記録する (ステップS 1 4 2)。ステップS 1 4 2において記録をしている途中で、随時、E m p t y [J]に登録されたゾーンJの全ての領域に記録を終了したか判断し (ステップS 1 4 3)、全ての領域に記録を終了したと判断した場合には、ステップS 1 4 4に進み、まだ、全ての領域に記録を終了していないと判断した場合には、ステップS 1 4 5に進む。

ステップS 1 4 4では、S t r e a m (m 1)にE m p t y [J]のリストを追加する。そして、E m p t y [J]のリストをE n d (データ量無し)とする。また、F u l l [J]には、ゾーンJの全ての領域に記録がなされたとして、(ゾーンJの先頭アドレス、ゾーンJのデータ量) → E n d のリストに登録する。そして、Jを“1”デクリメントして、対象ゾーンを1つ内周側のゾーンに移す。

次に、記録が終了したか判断し (ステップS 1 4 5)、終了していれば、ステップS 1 4 6に進み、終了していなければ、ステップS 1 4 2に戻る。

25      このようにして、1つのゾーンのみでは記録が終了しない場合に

は、Stream番号m1のストリームデータの全ての記録が終了するまで、ステップS142～S145の処理を繰り返しながら、外周側から内周側へとゾーンを1つずつ移動しながら、該ストリームデータを記録していく。

- 5     そして、ステップS145でStream番号m1のストリームデータの記録が全て終了したと判断すると、記録された最終アドレスまでのリストを、Stream(m1)に登録する。また、Empty[J]には、(最終アドレス+1、残りのデータ量)→Endのリストを登録し、Full[J]には、(ゾーンJの先頭アドレス、記録されたアドレスまでのデータ量)→Endのリストを登録する。そして、次の外周ゾーンへの書き込みの起点となる  
10     outer-zoneをJに設定し(ステップS146)、ステップS132に戻る。

- 尚、上述したステップS139と同様に、ステップS146においても、ステップS143でYesと判断された後、ステップS1  
15     45でYesと判断された場合には、outer-zoneにJを設定する処理のみが行われる。この場合、ステップS146でYesと判断された時点で、Stream番号m1のストリームデータ記録は全て終了しており、再び、ステップS142の処理は実行されること  
20     はないからである。

以上のステップS141～S146の処理と並列して、ステップS134～S139の処理が実行され、内周側のゾーンにもStream番号m2のストリームデータの記録がなされる。

- ステップS147では、再生命令または削除命令のいずれである  
25     か判断し、再生命令であれば、指定されたStream番号mxの

ストリームデータを、テーブル120のStream (mx) のリストを参照して再生し (ステップS148)、ステップS142に戻る。一方、削除命令であれば、指定されたStream番号mxのストリームデータを管理しているStream (mx) のリストに従い、関連する各ゾーンのEmptyにStream (mx) のリストを追加すると共に、関連する各ゾーンのFullからStream (mx) のリストを削除する (ステップS149)。この処理により、当該EmptyにStream番号mxのストリームデータの削除領域が追加され、当該FullからStream番号mxのストリームデータの削除領域の情報が削除される。

次に、削除指定されたStream (mx) に相手stream (=my) があるか調べ (ステップS150)、相手streamが無ければ (myが“0”であれば)、ステップS142に戻る。

一方、相手streamがあると判断した場合は、 $my > mx$ であるか判断する (ステップS151)。この判断は、Stream番号myのストリームデータを外周から内周に移動すべきか判断する処理である。上述したように、本実施形態では、ステップS140の処理により、2ch記録する場合、外周ゾーンに記録されるストリームデータのStream番号は、内周ゾーンに記録されるストリームデータのStream番号よりも1つ小さくなるように設定される。

そして、 $my > mx$ でなければ、ステップS142に戻るが、 $my > mx$ であれば、Stream (my) のリストを参照して、Stream番号myのストリームデータをディスク110から読みだし、次に、その読みだしたデータをStream (mx) のリス



トを参照して、ディスク110に再書き込みする（ステップS152）。この再書き込みは、ステップS149でEmptyに登録された領域にStream番号myのストリームデータを書き込む処理である。

- 5      次に、Stream(my)のリストに従い、関連する各ゾーンのEmptyにStream(my)のリストを追加すると共に、関連する各ゾーンのFullからStream(my)のリストを削除する（ステップS153）。

この処理は、Stream番号myのストリームデータの記録領域の移動に伴う、EmptyとFullの更新処理である。

- 10      続いて、Stream(my)のリストをStream(mx)のリストに置き換える。また、関連するEmptyからStream(my)のリストを削除する。さらに、関連するFullにStream(mx)のリストを追加する。また、ストリーム(mx)を初期化する（ステップS154）。

上述した図39及び図40のフローチャートの処理の流れの中で、2ch記録する場合、内周の空き領域を探索する処理と外周の空き領域を探索する処理は、それぞれ、ステップS134とステップS141に相当する。これらのステップの処理では、各ゾーンk（k = 1 ~ 2n）の残りデータ量をEmpty[k]を検索して調べ、記録対象のゾーンを決定する。

次に、上述した図39及び図40のフローチャートの処理を、図43に示すゾーン構成のディスク110に適用した場合を例として取り上げながら、より具体的に説明する。

- 25      図44は、図41、42、及び43のテーブル120、130を

メモリ 150 上に実装した例を示す図である。メモリ 150 は、アドレス 0 ～ 17 までの初期化領域 151 とアドレス 18 以降の拡張領域 152 を備えており、初期化領域 151 にテーブル 120 とテーブル 130 が実装される。また、拡張領域 152 に Stream  
5 (i) (i = 1 ～ 5) の追加リストが格納される。

図 44 において、格納内容は、メモリ 150 上の各アドレスに記憶されるリストを示している。このリストの要素は（記憶先頭アドレス、データ量、次格納アドレス）の 3 種類の情報の組からなる。尚、End は（0、0、0）で表現される。

10     メモリ 150 のアドレス 0 には（0、0、0）が格納される。また、メモリ 150 のアドレス 1 ～ 5 には、Stream (1) ～ (5) の各行で構成されるテーブル 120 が実装される。また、さらに、メモリ 150 のアドレス 6 ～ 17 には Empty (1) ～ (6) 及び Full (1) ～ (6) の各行で構成されるテーブル 130 が実  
15     装される。

図 39 のフローチャートのステップ S131 の初期化処理により、テーブル 120、130 の内容は、図 44 の 1 に示す状態に初期化される。すなわち、テーブル 120 の Stream (1) ～ (5) には End (0、0、0) が登録される。また、テーブル 130 の  
20     Empty (1) ～ (6) には、ゾーン 1 (Z1) ～ 6 (Z6) の（先頭アドレス、データ量、次格納アドレス）が設定される。尚、この場合、次格納アドレスは 0 となる。また、テーブル 130 の Full (1) ～ (6) には、（対応ゾーンの先頭アドレス、対応ゾーンの記録データ量、次格納アドレス）が設定される。この場合、  
25     記録データ量は“0”となる。また、次格納アドレスも 0 となる。

次に、図 4 6 に示すように、Stream (1) と Stream (2) の 2 c h 同時記録が行われたとする。Stream (1) は外周ゾーン 6 から、Stream (2) は内周ゾーン 1 から記録される。尚、ここで、Stream (1) は Stream 番号 1 の  
5 ストリームデータを、Stream (2) は Stream 番号 2 のストリームで表す。以下の説明においても、同様である。

図 4 6 では、ストリームデータ 2 とストリームデータ 1 を、それぞれ、ゾーン 1 とゾーン 6 に交互に記録し、まず、記憶容量に少ないゾーン 1 の領域全体にストリームデータ 2 が記録された状態を示  
10 している。この時点では、Stream (2)、Empty [2] および Full [2] の格納内容は 2 に示すようになる。この結果、Stream (2) に Empty [1] のリストが追加され、次格納アドレスとして拡張領域 1 5 2 のアドレス 1 8 が設定される。また、Empty [1] に空き領域無しを示す End が設定され、  
15 Full [1] にゾーン 1 が全て記録済みであることを示す (1、1 8 4 0 0 0、0) が設定される。

続いて、図 4 7 に示すように、ストリームデータ 1 がゾーン 6 全体に記録された後、続いてゾーン 5 に記録され、また、ストリームデータ 2 がゾーン 2 に記録されて 2 c h 記録が終了したとする。こ  
20 の結果、ストリームデータ 1、2 の管理情報は、図 4 4 の 3 に示すようになる。

すなわち、

- ・ Stream (1) に Empty [6] のリストを加え、その次格納アドレスに拡張領域 1 5 2 のアドレス 1 9 を設定する。
- 25 ・ Empty [6] に End (0、0、0) を設定し、Emp

t y [ 6 ] にゾーン 6 に空き領域無しの情報を設定する。

- ・ 拡張領域 1 5 2 のアドレス 1 8 に、S t r e a m ( 2 ) の記録終了を登録するために、(ゾーン 2 の先頭アドレス、該先頭アドレスから記録された最終アドレスまでのデータ量、次格納アドレス)

5 のリストを作成する。

すなわち、アドレス 1 8 に ( 1 8 4 0 0 1 , 1 1 6 0 0 , 0 ) のリストを作成する。

- ・ 前記ゾーン 2 の最終アドレスを基に、E m p t y [ 2 ] , F u l l [ 2 ] のリストを修正する。

10 E m p t y [ 2 ] を ( 3 0 0 0 0 1 , 1 8 4 0 0 0 , 0 ) ,  
F u l l [ 2 ] を ( 1 8 4 0 0 1 , 1 1 6 0 0 , 0 ) とする。

- ・ 拡張領域 1 5 2 のアドレス 1 9 に、S t r e a m ( 1 ) の記録終了を登録するために、(ゾーン 5 の先頭アドレス、該先頭アドレスから記録された最終アドレスまでのデータ量、次格納アドレス

15 (= 0 ) ) のリストを作成する。

すなわち、アドレス 1 9 に ( 8 3 2 0 0 1 , 4 4 0 0 0 , 0 ) のリストを作成する。

- ・ 前記ゾーン 6 の最終アドレスを基に、E m p t y [ 5 ] , F u l l [ 5 ] のリストを修正する。

20 E m p t y [ 5 ] を ( 3 0 0 0 0 1 , 8 7 6 0 0 0 , 0 ) ,  
F u l l [ 5 ] を ( 8 3 2 0 0 1 , 4 4 0 0 0 , 0 ) とする。

続いて、図 4 8 に示すように、ゾーン 1 とゾーン 2 から S t r e a m ( 2 ) を削除したとする。この結果、データ管理情報は、図 4 4 の 4 に示すように変更される。

25 すなわち、

・ Empty [1] を、再び、全て空き領域とし、Full [1] を記録領域無しとする。

Empty [1] を (1, 184000, 0)、Full [1] を (1, 0, 0) とする。

5     ・ Empty [2] を空き領域とし、Full [1] を記録領域無しとする。

Empty [2] を (184001, 2000002, 0)、Full [2] を (184001, 0, 0) とする。

次に、図49に示すように、Stream (1) をStream  
10   (2) が記憶されていた領域に移動するガーベージコレクションを行なったとする。この結果、ストリームデータ管理情報は、図44の5に示すように変更される。

すなわち、

・ Stream (1) を初期化した後、Empty [1] のリストを加え、その次格納アドレスを拡張領域152のアドレス20  
15   に設定する。

Stream (1) を (1, 184000, 20) とする。

・ Empty [1] の空き領域を無しとし、Full [1] を全て記録済みとする。

20   Empty [1] に (0, 0, 0) を設定し、Full [1] を (1, 18400, 0) とする。

・ 拡張領域152のアドレス20にStream (1) の記録終了を登録するために、アドレス20に、(ゾーン2の先頭アドレス、該先頭アドレスから記録された最終アドレスまでのデータ量、  
25   次格納アドレス (= 0)) のリストを作成する。

アドレス 20 に (184001、116000、0) のリストを作成する。

- ・ 前記ゾーン 2 の最終アドレスに基づき、Empty (2) と Full (2) のリストを修正する。

5        Empty [2] を (300001、84000、0)、Full [2] を (184001、116000、0) とする。

- ・ Empty [6] を全て空き領域とし、Full [6] を記録領域なしとする。

10       Empty [6] を (1080001、256000、0)、Full [6] を (1080001、0、0) とする。

- ・ Empty [5] を全て空き領域とし、Full [5] を記録領域なしとする。

      Empty [5] を (832001、248000、0)、Full [5] を (832001、0、0) とする。

15       続いて、図 50 に示すように、Stream (3) と Stream (4) の 2ch 同時記録をしたとする。このとき、Stream (3) は外周ゾーン 6 から、Stream (4) は内周ゾーン 2 から記録する。同図は、両 Stream を交互に記録したとき、まず、ゾーン 2 の領域全体が記録された状態を示している。この結果、データ管理情報は、図 44 の 6 に示すようになる。

20

すなわち、

- ・ Stream (4) に Empty (2) のリストを加え、次格納アドレスを拡張領域 152 のアドレス 21 に設定する。

25       Stream (4) を (300001、84000、21) とする。

・ E m p t y [ 2 ] の空き領域を無しと設定し、F u l l [ 6 ] を全て記録済みとする。

E m p t y [ 2 ] を ( 0 , 0 , 0 )、F u l l [ 5 ] を ( 8 3 2 0 0 1 , 0 , 0 ) とする。

5 次 に、図 5 1 に示すように、S t r e a m ( 3 ) がゾーン 6 の領域全体に記録された後、S t r e a m ( 3 ) の残りのデータがゾーン 5 に、S t r e a m ( 4 ) の残りのデータがゾーン 2 に記録されて、全記録が終了したとする。この結果、データ管理情報は、図 4 4 の 7 に示すようになる。

10 すなわち、

・ S t r e a m ( 3 ) に E m p t y [ 6 ] のリストを加え、その次格納アドレスを拡張領域 1 5 2 のアドレス 2 2 に設定する。

・ E m p t y [ 6 ] の空き領域を無しとし、F u l l [ 6 ] を全て記録済みとする。

15 E m p t y [ 6 ] を ( 0 , 0 , 0 )、F u l l [ 6 ] を ( 1 0 8 0 0 0 1 , 2 5 6 0 0 0 , 0 ) とする。

・ 拡張領域 1 5 2 のアドレス 2 1 に S t r e a m ( 4 ) の記録終了を登録するために、アドレス 2 1 に ( ゾーン 3 の先頭アドレス、該先頭アドレスから記録された最終アドレスまでのデータ量、次格納アドレス ( = 0 ) ) のリストを作成する。

20 アドレス 2 1 に ( 3 8 4 0 0 1 , 2 1 6 0 0 0 , 0 ) を設定する。

・ 前記ゾーン 3 の最終アドレスに基づき、E m p t y [ 3 ] と F u l l [ 3 ] のリストを修正する。この場合、E m p t y [ 3 ] は空き領域無しとなり、F u l l [ 3 ] は全て記録領域済みとする。

25

Empty [3] を (0, 0, 0)、Full [3] を (3  
8 4 0 0 1, 2 1 6 0 0 0, 0) とする。

- ・ 拡張領域 1 5 2 のアドレス 2 2 に Stream (3) の記録  
終了を登録するために、アドレス 2 2 に (ゾーン 5 の先頭アドレス、  
5 該先頭アドレスから記録された最終アドレスまでのデータ量、次格  
納アドレス (= 0)) のリストを作成する。

アドレス 2 2 に (8 3 2 0 0 1, 4 4 0 0 0, 0) を設定す  
る。

- ・ 前記ゾーン 5 の最終アドレスに基づき、Empty [5] と  
10 Full [5] のリストを修正する。

Empty [5] を (8 7 6 0 0 1, 2 0 4 0 0 0, 0)、  
Full [5] を (8 3 2 0 0 1, 4 4 0 0 0, 0) とする。

- このように、本実施形態においては、Stream、Empty、  
及び Full の各テーブルにより、ディスクの各ゾーンの空き領域  
15 及び記録領域を管理し、かつ、各 Stream のディスク上の記録  
領域も管理しながら、各チャンネルのストリームデータの記録、削  
除、ガーベジコレクションを管理する。

- 次に、内周のゾーンと外周のゾーンとの転送速度の違いを吸収す  
る別の手法として、複数データの同時記録の要求性能の和 (総合要  
20 求性能) に対して、各ゾーンの転送性能の和 (総合保持性能) が少  
なくとも優れるように、複数ゾーンの組み合わせを選択し、選択さ  
れた各ゾーンに、複数データを分散させて記録する実施形態につい  
て説明する。

- この実施形態を、図 5 2 に示すゾーン 1 ~ 6 を有するディスク 1  
25 6 0 を例にして説明する。ディスク 1 6 0 のゾーン 1 の 1 トラック



のバイト数は70KB（キロバイト）であり、転送レート（転送速度）は17.5Mbpsである。その他のゾーンのトラック構成、転送レートは、図52に示す通りである。

ここで、以下に示す、ステップ1（総合要求性能1）～3（総合要求性能3）の記録要求があったとする。

ステップ1：MPEG2（6Mbps）×3チャンネル＝18Mbps

ステップ2：MPEG2（6Mbps）×2チャンネル＝12Mbps

ステップ3：MPEG2（6Mbps）×4チャンネル＝24Mbps

まず、第1の実施例について説明する。この実施例では、ゾーンの移動時間（シーク時間）を含むアクセス時間及び処理するチャンネル数は考慮しないで、総合保持性能を求め、それを上記総合要求性能と比較して、性能を達成できるゾーンを選択する。

この結果、以下の様に、ステップ1～3の記録方法を決定する。

ステップ1：ゾーン1とゾーン2の総合保持性能は18.75Mbpsであり、ステップ1の総合要求性能よりも高いので、ゾーン1とゾーン2に分散させて記録する。

ステップ2：ゾーン1の転送レート（＝17.5Mbps）は、ステップ2の総合要求性能よりも高いので、ゾーン1に記録する。

ステップ3：ゾーン2とゾーン6の総合保持性能は25Mbpsであり、ステップ3の総合要求性能よりも高いので、ゾーン2とゾーン6に分散させて記録する。

図53は、上述した第1の実施例のステップ1～3の記録方法を具体的に示す図である。

ステップ1の場合は、同図（a）に示すように、まず、ゾーン1にCh1、Ch2、Ch3のブロックデータをシーケンシャルに記

録し、次に、ゾーン2に移動し、ゾーン2にCh1、Ch2、Ch3の次のブロックデータをシーケンシャルに記録する。そして、再び、ゾーン1に移動し、Ch1、Ch2、Ch3の次のブロックデータをシーケンシャルに記録する。このように、3チャンネルのブロックデータをゾーン1とゾーン2に交互に分散記録していく。

ステップ2の場合は、同図(b)に示すように、ゾーン1にCh1、Ch2、Ch1、Ch2...の順序で、ブロックデータを記録していく。

ステップ3の場合は、同図(c)に示すように、ステップS1と同様にして、4チャンネルのブロックデータ(Ch1、Ch2、Ch3、Ch4)を、ゾーン2とゾーン6に交互に、シーケンシャルに分散・記録していく。

次に述べる第2の実施例は、ゾーン間の移動時間(シーク時間)を含むアクセス時間を考慮して総合保持性能を求め、それを上記各ステップの総合要求性能と比較して、性能を達成できるゾーンを選択する。この場合、

アクセス時間 = 100ms × ゾーン間距離

と定義し、

ゾーン間距離 = 選択された2つのゾーン間の番号差

と定義する。

ゾーン間距離は、隣のゾーンに移動するときには往復で100ms(片道50ms)のアクセス時間を要するものと想定し、移動するゾーンが距離的に離れている程、ヘッドの移動距離に比例してアクセス時間が増加するものとして定義したものである。

この結果、以下のようにして、各ステップの記録方法を決定する。

ステップ1 : 18 Mbps (3 ch 記録) の総合要求性能に対して、アクセス時間 (100 ms) を含めても総合保持性能 ( $= (20 + 22.5) \times 0.9 / 2$ ) が該総合要求性能を上回るゾーン2とゾーン3を選択して、Ch1 ~ Ch3のブロックデータを、ゾーン2と  
5   ゾーン3に交互に記録する。

ステップ2 : 12 Mbps (2 ch 記録) の総合要求性能に対しては、ゾーン1の転送レート ( $= 17.5$  ms) だけで十分に対応できるので、Ch1とCh2のブロックデータをゾーン1のみに記録する。この場合、アクセス時間は0となる。

10   ステップ3 : 24 Mbps (4 ch 記録) の総合要求性能に対して、アクセス時間 (100 ms) を含めても総合保持性能 ( $= (27.5 + 30) \times 0.9 / 2$ ) が該総合要求性能を上回るゾーン5とゾーン6を選択して、Ch1 ~ Ch4のブロックデータを、ゾーン5とゾーン6に交互に記録する。

15   図54は、上述した第2の実施例のステップ1 ~ 3の記録方法を具体的に示す図である。

ステップ1の場合は、同図 (a) に示すように、まず、ゾーン2にCh1、Ch2、Ch3のブロックデータをシーケンシャルに記録し、次に、ゾーン3に50 ms で移動し、ゾーン2にCh1、Ch2、Ch3の次のブロックデータをシーケンシャルに記録する。  
20   そして、再び、ゾーン2に50 ms で移動し、Ch1、Ch2、Ch3の次のブロックデータをシーケンシャルに記録する。このように、3チャンネルのブロックデータをゾーン2とゾーン3に交互に、シーケンシャルに分散記録していく。

25   ステップ2の場合は、同図 (b) に示すように、ゾーン1にCh

1、Ch 2、Ch 1、Ch 2... の順序で、ブロックデータを記録していく。

ステップ3の場合は、同図(c)に示すように、ステップS1と同様にして、4チャンネルのブロックデータ(Ch 1、Ch 2、Ch 3、Ch 4)を、ゾーン5とゾーン6の間を50msで移動しながら、ゾーン5とゾーン6に交互に、シーケンシャルに分散・記録していく。

次に述べる第3の実施例は、ゾーン間の移動時間(シーク時間)に加え、処理するチャンネル数も考慮して総合保持性能を求め、それを上記各ステップの総合要求性能と比較して、性能を達成できるゾーンを選択する。この実施例は、各チャンネルのデータはなるべく分散して記録した方が、単独再生や削除の場合に都合がよいという考えを基にしている。

この結果、以下の様に、ステップ1～3の記録方法を決定する。

ステップ1: 18 Mbps (3 ch 記録) の総合要求性能に対して、アクセス時間(100ms)を含めても総合保持性能( $= (20 + 22.5) \times 0.9 / 2$ ) が該総合要求性能を上回るゾーン2とゾーン3を選択して、Ch 1～Ch 3のブロックデータを、ゾーン2とゾーン3に交互に記録する。ここでは、3チャンネルなので、ゾーン2のCh 1とCh 2のデータを、ゾーン3にCh 3のデータを記録する。

ステップ2: 12 Mbps (2 ch 記録) の総合要求性能に対しては、ゾーン1の転送レート( $= 17.5$  ms)だけで十分に対応できるが、できる限り分散記録させるという観点から、ゾーン1にCh 1のデータを、ゾーン2にCh 2のデータを記録させる。

ステップ3：24 Mbps（4ch記録）の総合要求性能に対して、アクセス時間（100ms）を含めても総合保持性能（ $= (27.5 + 30) \times 0.9 / 2$ ）が該総合要求性能を上回るゾーン5とゾーン6を選択して、Ch1～Ch4のブロックデータを、ゾーン5と  
5 ゾーン6に交互に記録する。この場合は、4チャンネルの記録なので、ゾーン5にCh1とCh2のデータを、ゾーン6のCh3とCh4のデータを記録する。

図55は、上述した第3の実施例のステップ1～3の記録方法を具体的に示す図である。

10 ステップ1の場合は、同図（a）に示すように、まず、ゾーン2にCh1、Ch2のブロックデータをシーケンシャルに記録し、次に、ゾーン3に50msで移動し、ゾーン2にCh3のブロックデータをシーケンシャル記録する。そして、再び、ゾーン2に50msで移動し、Ch1、Ch2の次のブロックデータをシーケンシャル  
15 に記録する。そして、再び、ゾーン3に50msで移動し、ゾーン3にCh3の次のブロックデータをシーケンシャルに記録する。以上のような動作を繰り返しながら、3チャンネルのブロックデータをゾーン2とゾーン3に交互に分散記録していく。

ステップ2の場合は、同図（b）に示すように、ゾーン1とゾーン2に、それぞれ、Ch1とCh2のブロックデータを交互に記録  
20 していく。

ステップ3の場合は、同図（c）に示すように、一方の2チャンネルのブロックデータ（Ch1、Ch2）と他方の2チャンネルのブロックデータ（Ch3、Ch4）を、ゾーン5とゾーン6の間を  
25 50msで移動しながら、ゾーン5とゾーン6に交互に分散・記録

していく。

ところで、上記アクセス時間は、ヘッドの移動の途中では、移動するトラック間距離に比例すると考えられるが、移動の最初と移動の終了の際には、それぞれ、加速と減速が生じるので、アクセス時間には、厳密には非線形的なファクタが加わる。上記実施例では、  
5      ゾーン間の移動なので、数千トラック間の移動が常時行われ、アクセス時間はトラック間距離に比例すると考える。そこで、隣接するゾーン間の移動時間を往復 1 0 0 ms (片道 5 0 ms) とみなし、1 秒  
10      間でみれば、転送速度の 1 0 % が無駄になると考えれば、このオーバヘッドにゾーン間の距離 (ゾーン番号差) を乗算すれば、アクセス時間による転送速度の低下を算出できる。

よって、隣接ゾーン間の往復アクセス時間を ms 単位で表現すると、実行の総合保持性能は、下記の式 (1) で表現できる。

実行総合保持性能 = {(片方ゾーンの転送速度) + (他方ゾーンの転送速度)} / 2 × {1 0 0 % - {(ゾーン間距離) × (隣接ゾーン間の往復アクセス時間) / 1 0} %} . . . (1)  
15

第 3 の実施例において、ステップ 1 のように、処理するチャンネル数が奇数である場合には、2 つのゾーンの内、どちらに、より多数のチャンネルを記録するかにより、上記式 (1) の第一項が若干  
20      変わることになる。

次に、図 5 6 から図 5 9 のフローチャートを参照して、上述した図 5 3 に例示した第 1 実施例を実現するアルゴリズムを説明する。本フローチャートでも、上述した実施形態と同様に、Stream、Empty、及び Full のリストを使用するものとする。

25      まず、Stream (1) ~ (m) を初期化する。尚、この実施

例では、ガーベージコレクションは行いものとし、相手 stream は“0”とする。また、総合要求性能を求めるために使用する各チャンネルの要求速度 Channel-rate (1) ~ (m) を MPEG 2 の要求性能（ここでは、6 Mbps とする）に設定する。

- 5 また、さらに、Empty [1] ~ [2n] 及び Full [1] ~ [2n] を初期設定する。また、各ゾーン 1 ~ 2n の転送速度を、Zone-rate [1] ~ [2n] に設定する。また、これから記録していく片方ゾーンを示す変数 inz を“1”に、他方ゾーンを示す変数 ouz を“2n”に設定する。この変数 ouz に対する
- 10 る“2n”の設定処理は、内周及び外周に含まれるゾーン数を偶数に設定する処理である。

また、さらに、総合要求性能を示す変数 tc を“0”に設定する。また、要求性能に見合う性能があるか（記録可能かどうか）を示すフラグ cont を“0”に設定する（ステップ S161）。

- 15 上記初期化処理に続いて、命令の種類を判断する（ステップ S162）。そして、1ch 記録または 2ch 記録のいずれでもなければ、図 58 のステップ S182 に進む。図 58 のフローチャートに示すステップ S182 ~ S189 の処理は、上述した図 40 のステップ S147 ~ S154 の空きゾーンを選択する処理と同様である
- 20 ので、ここでは、説明を省略する。

- また、ステップ S162 で 1ch 記録の命令であると判断すれば、図 59 のフローチャートのステップ S190 に進む。図 59 のフローチャートに示すステップ S190 ~ S196 の処理は、上述した図 39 のステップ S133 ~ S139 処理と同様であるので、こ
- 25 では、説明を省略する。

また、ステップ S 1 6 2 で  $k c h$  記録 ( $k > 1$ ) の命令であれば、 $k c h$  記録に対する総合要求性能に見合う総合保持性能を持つ 2 つのゾーンを選択する処理を行う (ステップ S 1 6 3)。

この選択処理では、以下の (1)、(2) の処理を行う。

5       (1)     $k c h$  記録に対する総合保持性能  $t c$  を求める。

(2)    内周側のゾーンからみて、その内周側のゾーンから外周側のゾーンに向かって、総合保持性能  $t z$  を求め、 $t z > t c$  の条件を満たす 2 つの該当ゾーンを探す。そして、該当ゾーンがみつければ、 $c o n t$  に “1” を設定する。

10       次に、 $c o n t$  が “1” であるか判断する (ステップ S 1 6 4)。そして、 $c o n t = 0$  ならば記録不可能と判断し、処理を停止する。一方、 $c o n t = 1$  ならば、ステップ S 1 6 3 で求められた 2 つのゾーン I, J を、それぞれ、選択された内周ゾーン  $i n z$ 、外周ゾーン  $o u z$  とする。また、最初に記録を実行する  $c h a n n e l$  (チャンネル) を “1” とする (ステップ S 1 6 5)。

次に、 $E m p t y$  リストを検索して、内周のゾーン  $i n z$  から、各ゾーンの空き領域を探索し、空き領域を有するゾーンを見つけ出す (ステップ S 1 6 6)。続いて、ステップ S 1 6 6 で見つけ出されたゾーン I の  $E m p t y [I]$  のリストに従い、ゾーン I に  $c h a n n e l$  の示すチャンネルのデータを 1 ブロック記録する。次に、 $S t r e a m (c h a n n e l)$  に、記録された最終アドレスまでの 1 ブロック分のデータのリストを登録する。さらに、 $E m p t y [I]$  に (最終アドレス + 1, 残りのデータ量) ( $E n d$ ) のリストを登録し、 $F u l l [I]$  に (ゾーン I の先頭アドレス, 記録データ量) ( $E n d$ ) のリストを登録する。そして、 $c h a n n$

20

25



e l の値を “1” インクリメントする (ステップ S 1 6 7)。

次に、c h a n n e l > k であるか判断し (ステップ S 1 6 8)、  
c h a n n e l > k でなければ、ステップ S 1 6 7 に戻る。ステッ  
5 プ S 1 6 8 の判断は、k チャンネルの 1 ブロックのデータの記録が  
終了したか判断する処理であり、ステップ S 1 6 8 で c h a n n e  
l > k と判断するまで、ステップ S 1 6 7 の処理を繰り返す。

そして、ステップ S 1 6 8 で k チャンネルの記録が終了したと判  
断すると、c h a n n e l を “1” に初期化し (ステップ S 1 6 9)、  
次に、E m p t y [ I ] のリスト領域の全てを記録したか判断する  
10 (ステップ S 1 7 0)。そして、まだ、全て記録していなければ、  
ステップ S 1 7 2 に進む。一方、全て記録していれば、E m p t y  
[ I ] のリストを E n d (データ量無し) とする。また、F u l l  
[ I ] のリストは、対象ゾーンの全領域が記録されたとして、(ゾ  
ーン I の先頭アドレス、ゾーン I のデータ量) (E N D) とする。  
15 そして、I を “1” インクリメントする (ステップ S 1 7 1)。

次に、記録が終了したか判断し (ステップ S 1 7 2)、記録が終  
了していれば次の内周ゾーンへのデータの記録の起点となる  
inner-zone を “I” とし (ステップ S 1 7 3)、ステップ S 1 6 2  
に戻る。一方、記録が終了していなければ、外周側のゾーンへの記  
20 録に移るために、E m p t y リストを検索して、外周側のゾーン o  
u z から空き領域の有るゾーン J を見つけ出す (ステップ S 1 7  
4)。

続いて、E m p t y [ J ] のリストに従い、ゾーン J に c h a n  
n e l の示すチャンネルのデータを 1 ブロック記録する。そして、  
25 S t r e a m ( J ) に、記録された最終アドレスまでの 1 ブロック

分のデータのリストを追加する。次に、Empty [J] には（最終アドレス+1，残りデータ量）（End）のリストを登録し、Full [J] には（ゾーンJの先頭アドレス、記録データ量）のリストを登録する。そして、channelの値を“1”インクリメントする（ステップS175）。

次に、channel > kであるか判断する（ステップS176）。この判断は、ステップS168と同様にkチャンネルの1ブロックのデータの記録が終了したか判断する処理であり、ステップS176でchannel > kと判断するまで、ステップS175の処理を繰り返す。

そして、ステップS176でkチャンネルの記録が終了したと判断すると、channelを“1”に初期化し（ステップS177）、次に、Empty [J] のリスト領域の全てを記録したか判断し（ステップS178）、まだ、全て記録していなければ、ステップS180に進む。一方、全て記録していれば、Empty [J] のリストをEnd（データ量無し）とする。また、Full [J] のリストは、対象ゾーンの全領域が記録されたとして、（ゾーンJの先頭アドレス、ゾーンJのデータ量）（END）とする。そして、Jを“1”インクリメントする（ステップS179）。

次に、記録が終了したか判断し（ステップS180）、記録が終了していれば次の外周ゾーンへのデータの記録の起点となるouter-zoneを“J”とし（ステップS181）、ステップS162に戻る。一方、記録が終了していなければ、ステップS166に戻る（片方のゾーンに再度、移る）。

以上説明した、図56から図59のフローチャートでは、選択さ

れた2つのゾーンにkチャンネルのブロックデータをまとめて、交互に記録する場合を示している。このフローチャートの中で、総合要求性能に対して、その性能を上回る総合保持性能を持つ2つのゾーンを選択する処理は、ステップS163に開示されている。ステップS163の処理は、第1の実施例の場合に対応しているが、第2の実施例に対応する場合には、前記式(1)に従って総合保持性能 $t_z$ を求めればよい。また、第3の実施例に対応する場合には、要求チャンネル数kに応じて、ステップS166～S173の処理と、ステップS174～S181の処理を切り分けるようにすればよい。

次に、ZCLVに基づき回転制御を行うディスクに対して、複数チャンネルのデータの同時記録を実行するディスクアクセス制御方式において、ゾーン当たりの記録容量が多いゾーン（主に外周ゾーン）を優先して、該複数チャンネルのデータを該ゾーン内に集中して、交互に記録する実施形態について説明する。

図60は、この実施形態のアルゴリズムを説明するフローチャートである。

同図のフローチャートに示す処理は、上述した図56のフローチャートのステップS162でkch記録の命令であると判断された場合に実行される処理であり、図56から図57のフローチャートのステップS163～S181の処理を代替するものである。

したがって、図60のフローチャートに示す処理は、図56のステップS161の後、ステップS162でkch記録命令と判断されたとき呼び出され、処理終了後、図56のステップS162に戻るサブルーチンとして捉えることができる。

図 60 のフローチャートの説明を開始する。

まず、Empty リストを探索し、外周側のゾーン (outer-zone) から内周側のゾーンに 1 ゾーンずつ移動しながら、空き領域を有するゾーン J を見つけ出す (ステップ S 201)。

- 5     次に、Empty [J] のリストに従い、ゾーン J の空き領域に channel の示すチャンネルのデータを 1 ブロック記録する。次に、Stream (channel) にゾーン J に記録された該 1 ブロック分のデータの最終アドレスまでのリストを追加する。続いて、Empty [J] に、(該最終アドレス+1, 残りのデータ
- 10   量) (End) のリストを登録し、FULL [J] に、(ゾーン J の先頭アドレス、記録データ量) (End) のリストを登録する。そして、channel の値を “1” インクリメントする (ステップ S 202)。

- 続いて、channel > k であるか判断し (ステップ S 203)、
- 15   channel > k でなければ、ステップ S 202 に戻る。このようにして、ステップ S 203 で channel > k、すなわち、k チャンネルの 1 ブロックデータ記録が全て終了したと判断するまで、ステップ S 202 の処理を繰り返す。

- そして、ステップ S 203 で k チャンネルの 1 ブロックデータ記
- 20   録が全て終了したと判断すると、channel を “1” に初期化し (ステップ S 204)、続いて、Empty [J] のリスト領域 (ゾーン J の空き領域) を全て記録したか判断し (ステップ S 205)、まだ、全て記録していなければステップ S 207 に進む。一方、全て記録していれば、Empty [J] に End を登録する。
- 25   また、FULL [J] に (ゾーン J の先頭アドレス、ゾーン J のデ

ータ量) (End) のリストを登録する。そして、J を “1” デクリメントして対象ゾーンを 1 つ内周側に移す (ステップ S 2 0 6)。

次に、記録が終了したか判断し、まだ、記録が終了していなければ、ステップ S 2 0 1 に戻り、1 ゾーンだけ内周側のゾーンへの記録に移る。一方、記録が終了していれば、次のデータの記録の起点となるゾーンを示す outer-zone を J に設定し (ステップ S 2 0 7)、図 5 6 のステップ S 1 6 2 に戻る。

以上述べた Z C L V の回転制御方式によるディスクの場合、どのゾーンも転送速度が一定であるため、ゾーンを移すメリットはなく、逆にゾーンを移動するとシーク時間等によるアクセス時間のロスが大きい。したがって、この場合、複数ゾーンを使用せず、記録容量の多い外周側のゾーンから、順次、内周側のゾーンに移動して、k チャンネルのブロックデータを同一ゾーンにシーケンシャルに連続して記録することが効果的である。

上述した図 3 1 から図 6 0 に示したディスクに対する処理を実現するプログラムは、図 1 2 に示すストレージシステムのディスクアクセス制御用 M P U 6 1 によって実行される。すなわち、図 3 0 に示すマイクロプロセッサ 7 1 とメモリ 7 2 を有する M P U 6 1 によって実行される。この場合、M P U 6 1 が実行するプログラムは可搬記録媒体 7 4 に格納され、この可搬記録媒体 7 4 が媒体駆動装置 7 3 に装着されることにより、M P U 6 1 は、媒体駆動装置 7 3 をアクセスして可搬記録媒体 7 4 に格納されたプログラムをメモリ 7 2 にロードして実行する。

また、プログラムは、公衆回線、専用回線、インターネット等の各種ネットワークを介してダウンロードすることも可能である。こ

のような形態の場合、例えば、情報提供業者がプログラムを管理して、プログラムが更新された場合、直ちに、該情報提供業者からダウンロードするようにすることも可能である。また、該情報提供業者が、プログラムの保守をネットワークを介して遠隔実行することも可能である。

以上、述べたように、本発明によれば、実際の書き込みデータの転送レートに従って終了期限を決め、それに基づいてディスクアクセスのスケジューリングを行うことで、多数のチャンネルの記録／再生が可能になる。また、リアルタイムの複数の書き込み要求に対して書き込み領域による転送レートの違いを利用することで、処理が効率化され、さらに多数のチャンネルの記録／再生が可能になる。

また、本発明では、ランド・グループ記録方式の記録媒体に対して2チャンネルの同時記録を行う場合、グループ及びランドの記録領域の連続性を利用して、一方のチャンネルのデータをグループに他方のチャンネルのデータをランドに沿って記録することで、記録を高速に実行できると共に、その後の各チャンネルの再生、削除なども高速に行うことができ、ガーベジコレクションの実行回数も削減できる。

また、Z C A Vに基づく回転制御を行うディスクに対して、複数チャンネルのデータを同時記録する際、総合要求性能（複数チャンネルの同時記録に対する各要求性能の総和）以上の総合保持性能（記録されるゾーンが持つ転送性能の平均）を有する複数ゾーンを選択し、該複数ゾーンに上記複数チャンネルのデータを分散・記録することで、複数チャンネルのデータの同時記録の高速実行や、その後の各チャンネルの再生、削除などを容易に行うことができる。

また、さらに、ZCLVの回転制御方式によるディスクに対する複数チャンネルの同時記録に対しては、複数ゾーンを使用せず、記録容量の多い外周側のゾーンから、順次、内周側のゾーンに移動して、各チャンネルのブロックデータを同一ゾーンにシーケンシャルに連続して記録することにより、高速な記録が可能となる。

#### 産業上の利用可能性

本発明は、ホームネットワークにおける映像／音声データの処理だけでなく、複数チャンネルのデータをリアルタイムで処理しなければならないような任意の用途に適用することができる。例えば、処理対象のデータをコンピュータシステムへ取り込む場合にも、同様の制御が可能である。また、アクセス対象としては、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク等のディスク型記録媒体を始めとして、メモリカード等も含む任意の記録媒体を用いることができる。

## 請求の範囲

1. 記録媒体への複数のアクセス要求を処理するアクセス制御装置であって、データの転送レートの変化に応じてアクセス処理の  
5 終了期限を決定し、該終了期限の早い順に前記複数のアクセス要求の実行スケジュールを設定するスケジューリング手段と、

前記実行スケジュールに従って前記複数のアクセス要求の実行を制御する制御手段と

を備えることを特徴とするアクセス制御装置。

- 10 2. 前記スケジューリング手段は、前記記録媒体からデータを読み出す要求に対して、読み出しデータの書き込み時の終了期限に関する情報に基づいて、読み出し処理の終了期限を決定することを特徴とする請求項1記載のアクセス制御装置。

3. 前記制御手段は、前記記録媒体へのデータ書き込む要求を受け付けた場合、送られてきたデータのうちダミーデータを除く有効データのみの、書き込みデータとしてバッファリングするバッファ手段を含み、前記スケジューリング手段は、該バッファ手段が該有効データを所定領域にバッファリングするのに要する時間に基づいて、書き込み処理の終了期限を決定することを特徴とする請求項1記載  
15 20 のアクセス制御装置。

4. 前記制御手段は、前記書き込み処理の終了期限に関する情報を、前記書き込みデータと共に記録媒体に書き込む制御を行うことを特徴とする請求項3記載のアクセス制御装置。

5. 前記制御手段は、前記記録媒体からデータを読み出す要求を受け付けた際、読み出しデータの書き込み時におけるダミーデータ  
25



と有効データの転送順序に従って、該読み出しデータにダミーデータを付加して送り出す制御を行うことを特徴とする請求項 3 記載のアクセス制御装置。

6. ディスク型記録媒体への複数のアクセス要求を処理するアクセス制御装置であって、

前記記録媒体へデータを書き込む複数の書き込み要求に対して、該複数の書き込み要求に対応する複数の書き込み位置が互いに近接するように、書き込み領域を決定する決定手段と、

各書き込み要求で指定された書き込みデータを、前記書き込み領域にシーケンシャルに書き込む制御を行う制御手段と

を備えることを特徴とするアクセス制御装置。

7. 前記決定手段は、前記書き込み要求の数及び前記複数の書き込み要求の転送レートの総和のうち少なくとも一方に基づき、前記書き込み領域を決定することを特徴とする請求項 6 記載のアクセス制御装置。

8. 記録媒体への複数のアクセス要求を処理するアクセス制御方法であって、データの転送レートの変化に応じてアクセス処理の終了期限を決定し、

前記終了期限の早い順に前記複数のアクセス要求の実行スケジュールを設定し、

前記実行スケジュールに従って前記複数のアクセス要求の実行を制御する

ことを特徴とするアクセス制御方法。

9. ディスク型記録媒体への複数のアクセス要求を処理するアクセス制御方法であって、

前記ディスク型記録媒体へデータを書き込む複数の書き込み要求に対して、該複数の書き込み要求に対応する複数の書き込み位置が互いに近接するように、書き込み領域を決定し、

- 各書き込み要求の書き込みデータを前記書き込み領域にシーケン  
5 シャルに書き込む制御を行う

ことを特徴とするアクセス制御方法。

10 10. 記録媒体への複数のアクセス要求を処理する処理装置のためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

- 10 データの転送レートの変化に応じてアクセス処理の終了期限を決定するステップと、

前記終了期限の早い順に前記複数のアクセス要求の実行スケジュールを設定するステップと、

- 前記実行スケジュールに従って前記複数のアクセス要求の実行を  
15 制御するステップと

を含む処理を前記コンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

- 20 11. ディスク型記録媒体への複数のアクセス要求を処理する処理装置のためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記ディスク型記録媒体へデータを書き込む複数の書き込み要求に対して、該複数の書き込み要求に対応する複数の書き込み位置が互いに近接するように、書き込み領域を決定するステップと、

- 各書き込み要求の書き込みデータを前記書き込み領域にシーケン  
25 シャルに書き込む制御を行うステップと

を含む処理を前記コンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

12. ZCAVに基づき回転制御が行われる記録媒体に対する複数チャンネルの同時記録を制御するアクセス制御装置であって、

5 前記記録媒体上のゾーンの転送速度が平均化されるように、前記記録媒体から複数ゾーンを選択する選択手段と、

前記複数チャンネルのデータが、該選択された複数のゾーンに分散・記録されるように制御する制御手段と、

を備えることを特徴とするアクセス制御装置。

10 13. ZCAVに基づき回転制御が行われる記録媒体に対する複数チャンネルの同時記録を制御するアクセス制御装置であって、

該各チャンネルのデータの記録要求性能の総和である総合要求性能以上の転送速度平均を持つ複数のゾーンを、前記記録媒体から選択する選択手段と、

15 該選択された複数のゾーンに前記複数チャンネルのデータが分散・記録されるように制御する制御手段と、

を備えることを特徴とするアクセス制御装置。

14. ZCLVに基づき回転制御が行われる記録媒体に対する複数チャンネルの同時記録を制御するアクセス制御装置であって、

20 複数チャンネルの同時記録要求を受け付けたとき、記録容量の多い外周ゾーンを優先的に選択する選択手段と、

前記複数チャンネルのデータが、該選択されたゾーンに集中して記録されるように制御する制御手段と、

を備えることを特徴とするアクセス制御装置。

25 15. ランド・グループ方式で記録が行われる記録媒体に対する

複数チャンネルの同時記録を制御するアクセス制御装置であって、

複数チャンネルの同時記録要求を受け付けたとき、各チャンネルのデータが1対1対応で記録されるランドまたはグループを決定する決定手段と、

- 5 前記各チャンネルのデータが、該決定された対応するランドまたはグループに沿って分散・記録されるように制御する制御手段と、  
を備えることを特徴とするアクセス制御装置。

16. 前記記録媒体が所定セクタ数のランドとグループを有する論理ゾーンに分割される記録媒体である場合、

- 10 前記制御手段は、各チャンネルのデータが、論理ゾーン単位で、ランドとグループに交互に分散・記録されるように制御することを特徴とする請求項26記載のアクセス制御装置。

17. 更に、

- あるチャンネルのデータの削除要求を受け付けた場合、そのチャンネルのデータを、それが記録されているランドまたはグループから削除する削除手段と、

該ランドまたは該グループと対になっている他のランドまたは他のグループに記録されている別のチャンネルのデータを、空き領域のある論理ゾーンに移動させて再記録させるガーベジコレクション

- 20 手段を、

備えることを特徴とする請求項16記載のアクセス制御装置。

18. 更に、

あるチャンネルのデータの再生要求を受け付けた場合、そのチャンネルのデータが記録されているランドまたはグループから再生デ

- 25 ータを連続して読みだす読みだし手段を備えることを特徴とする請

求項 1 5 または 1 6 記載のアクセス制御装置。

1 9. Z C A V に基づき回転制御が行われる記録媒体に対する複数チャンネルの同時記録を制御するアクセス制御方法であって、

前記記録媒体上のゾーンの転送速度が平均化されるように、前記  
5 記録媒体から複数ゾーンを選択し、

前記複数チャンネルのデータが、該選択された複数のゾーンに分散・記録されるように制御する、

ことを特徴とするアクセス制御方法。

2 0. Z C A V に基づき回転制御が行われる記録媒体に対する複数  
10 数チャンネルの同時記録を制御するアクセス制御方法であって、

該各チャンネルのデータの記録要求性能の総和である総合要求性能以上の転送速度平均を持つ複数のゾーンを、前記記録媒体から選択し、

該選択された複数のゾーンに前記複数チャンネルのデータが分散・記録されるように制御すること、  
15

を特徴とするアクセス制御方法。

2 1. Z C L V に基づき回転制御が行われる記録媒体に対する複数チャンネルの同時記録を制御するアクセス制御方法であって、

複数チャンネルの同時記録要求を受け付けたとき、記録容量の多い  
20 外周ゾーンを優先的に選択し、

前記複数チャンネルのデータが、該選択されたゾーンに集中して記録されるように制御する、

ことを特徴とするアクセス制御方法。

2 2. ランド・グループ方式で記録が行われる記録媒体に対する  
25 複数チャンネルの同時記録を制御するアクセス制御方法であって、

複数チャンネルの同時記録要求を受け付けたとき、各チャンネルのデータが1対1対応で記録されるランドまたはグループを決定し、

前記各チャンネルのデータが、該決定された対応するランドまたはグループに沿って分散・記録されるように制御する、

5      ことを特徴とするアクセス制御方法。

23.      Z C A Vに基づき回転制御が行われるディスク型記録媒体に対する複数チャンネルの同時記録を制御するアクセス制御装置のためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

10      前記ディスク型記録媒体上のゾーンの転送速度が平均化されるように、前記ディスク型記録媒体から複数ゾーンを選択するステップと、

前記複数チャンネルのデータが、該選択された複数のゾーンに分散・記録されるように制御するステップ、

15      を含む処理を前記コンピュータに実行させるコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

24.      Z C A Vに基づき回転制御が行われるディスク型記録媒体に対する複数チャンネルの同時記録を制御するアクセス制御装置のためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

20      であって、

該各チャンネルのデータの記録要求性能の総和である総合要求性能以上の転送速度平均を持つ複数のゾーンを、前記ディスク型記録媒体から選択するステップと、

25      該選択された複数のゾーンに前記複数チャンネルのデータが分散・記録されるように制御するステップ、

を含む処理を前記コンピュータに実行させるコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

25. ZCLVに基づき回転制御が行われるディスク型記録媒体に対する複数チャンネルの同時記録を制御するアクセス制御装置のためのプログラムを記録したコンピュータが読み取り可能な記録媒体であって、

複数チャンネルの同時記録要求を受け付けたとき、記録容量の多い外周ゾーンを優先的に選択するステップと、

- 前記複数チャンネルのデータが、該選択されたゾーンに集中して記録されるように制御するステップ、

を含む処理を前記コンピュータに実行させるコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

26. ランド・グループ方式で記録が行われるディスク型記録媒体に対する複数チャンネルの同時記録を制御するアクセス制御装置のためのプログラムを記録したコンピュータが読み取り可能な記録媒体であって、

複数チャンネルの同時記録要求を受け付けたとき、各チャンネルのデータが1対1対応で記録されるランドまたはグループを決定するステップと、

- 20 前記各チャンネルのデータが、該決定された対応するランドまたはグループに沿って分散・記録されるように制御するステップ、

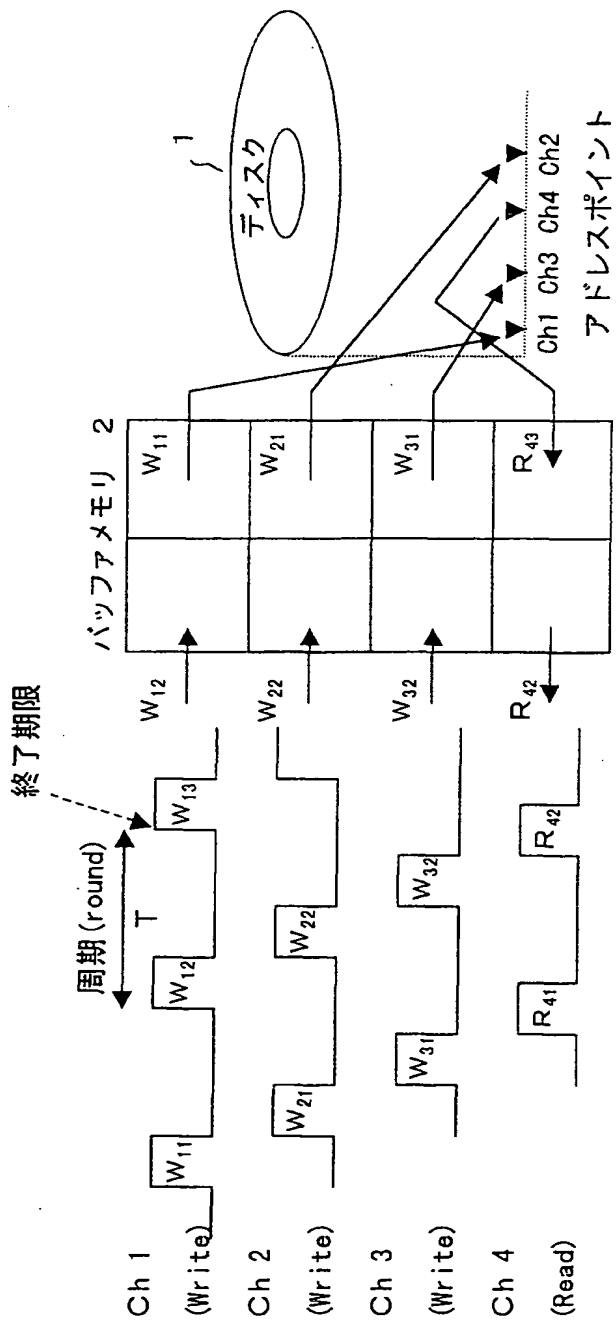
を含む処理を前記コンピュータに実行させるコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

27. 前記ディスク型記録媒体が所定セクタ数のランドとグループを有する論理ゾーンに分割されるディスク型記録媒体である場合、

各チャンネルのデータが、論理ゾーン単位で、ランドとグループに交互に分散・記録されるように制御するステップを含む処理を前記コンピュータに実行させる請求項 26 記載の記録媒体。



1/57



2 / 57

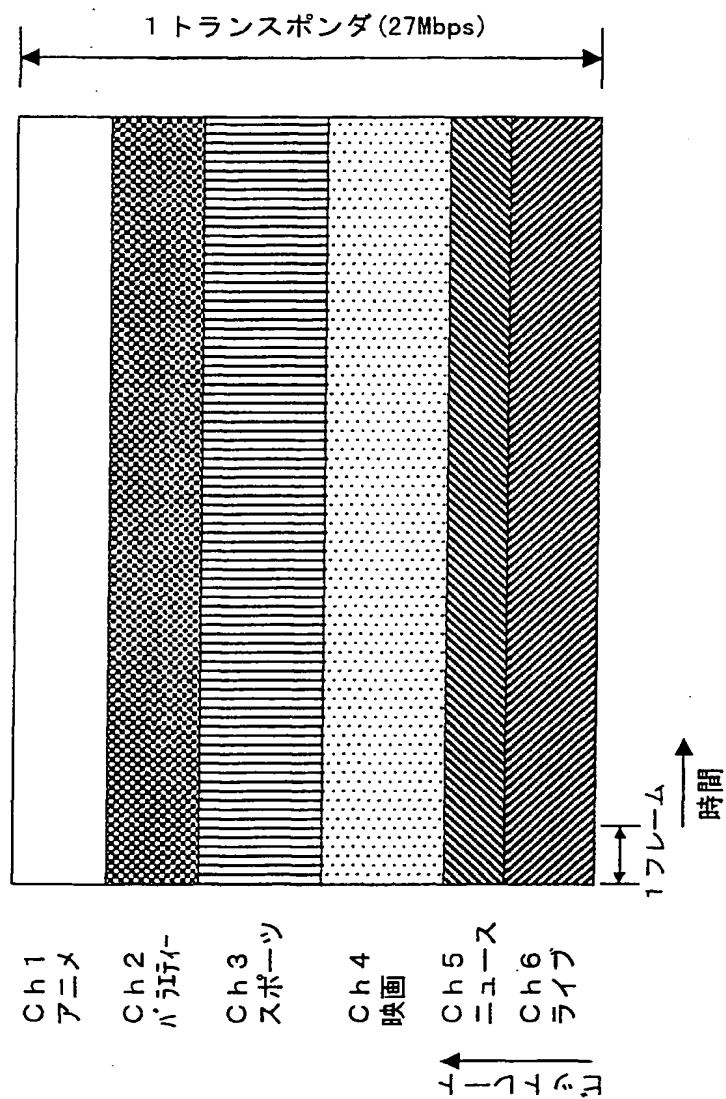
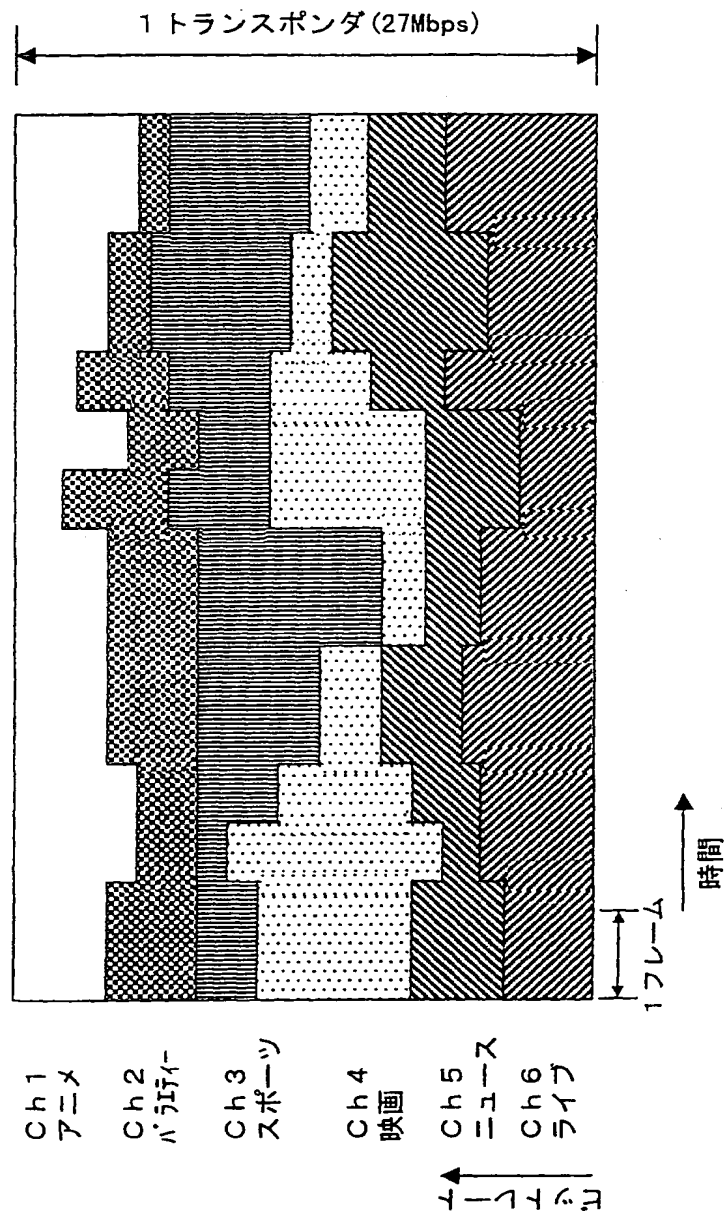
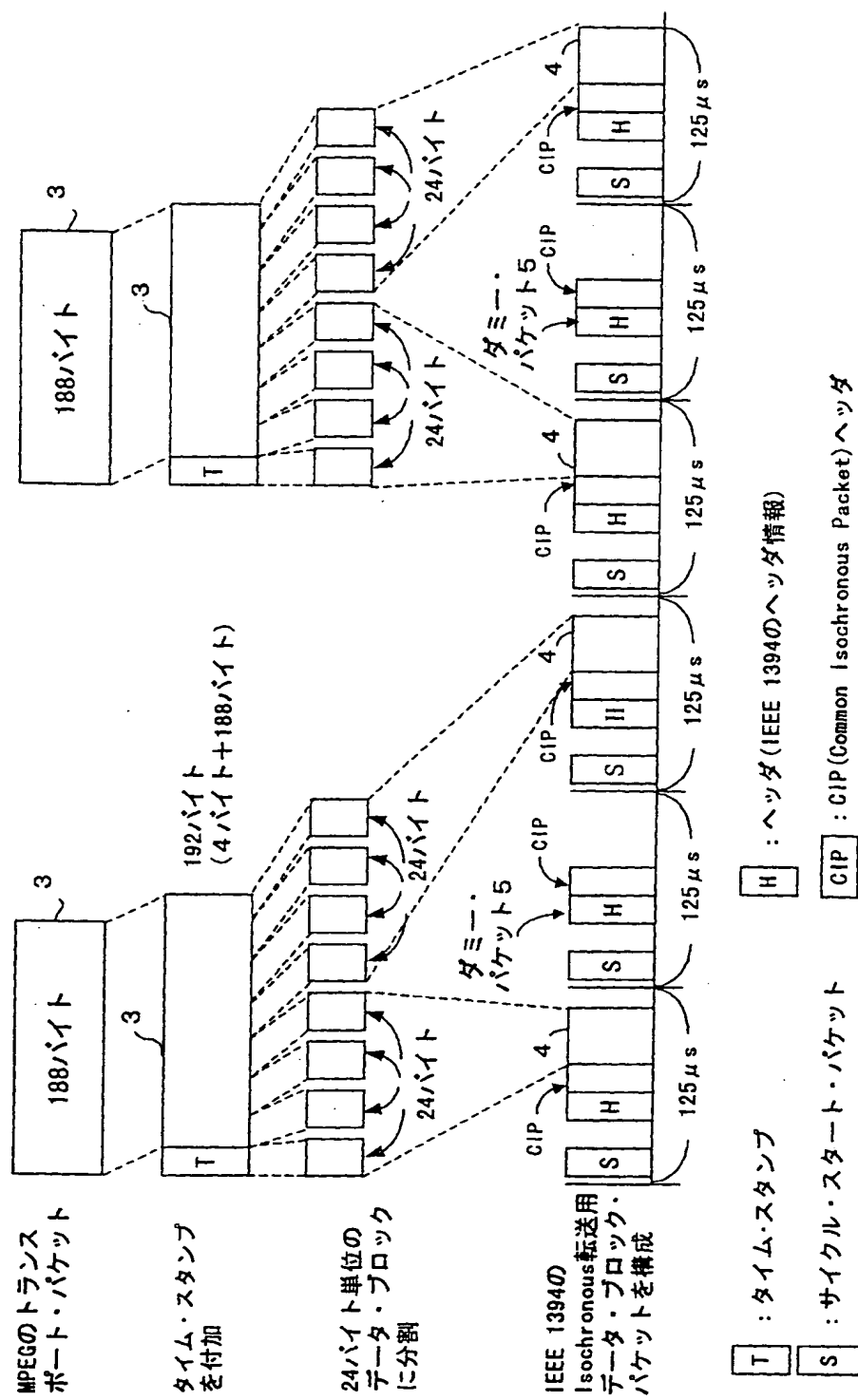


図 2

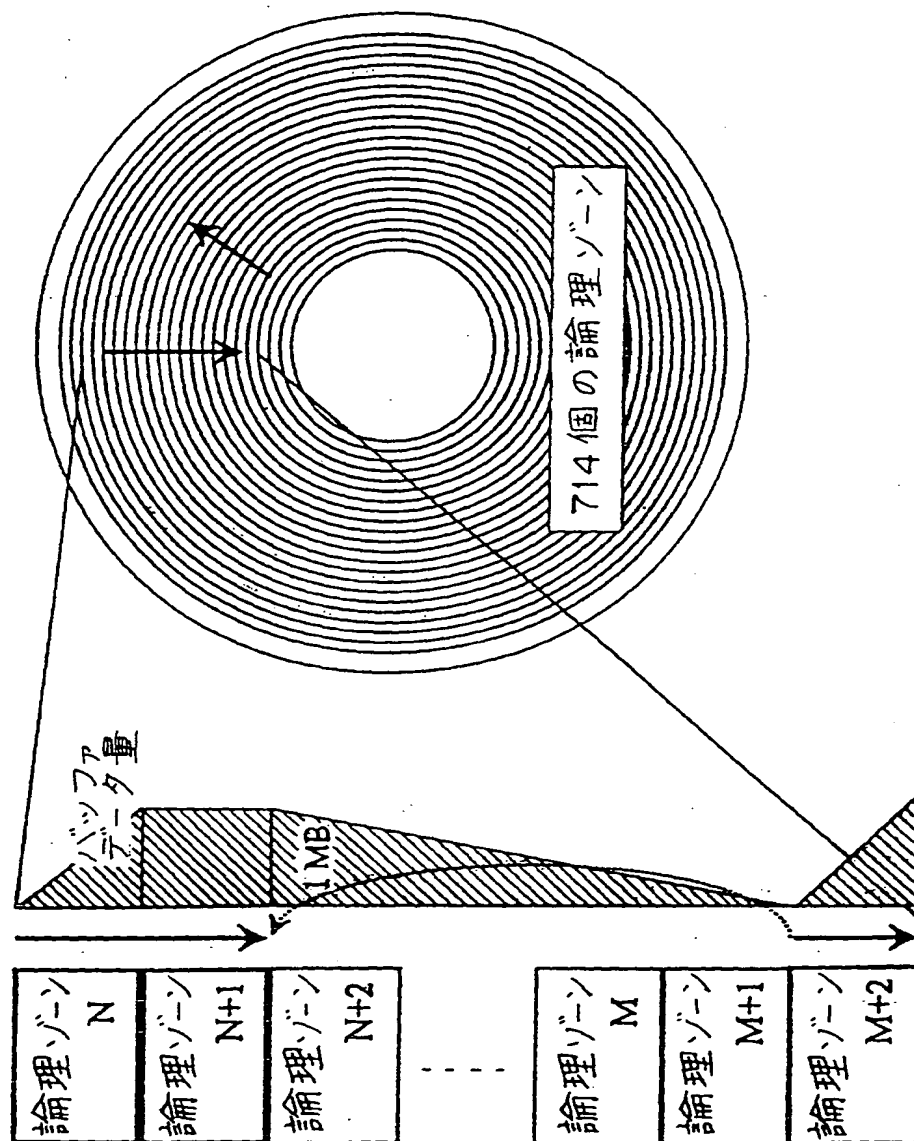
3/57



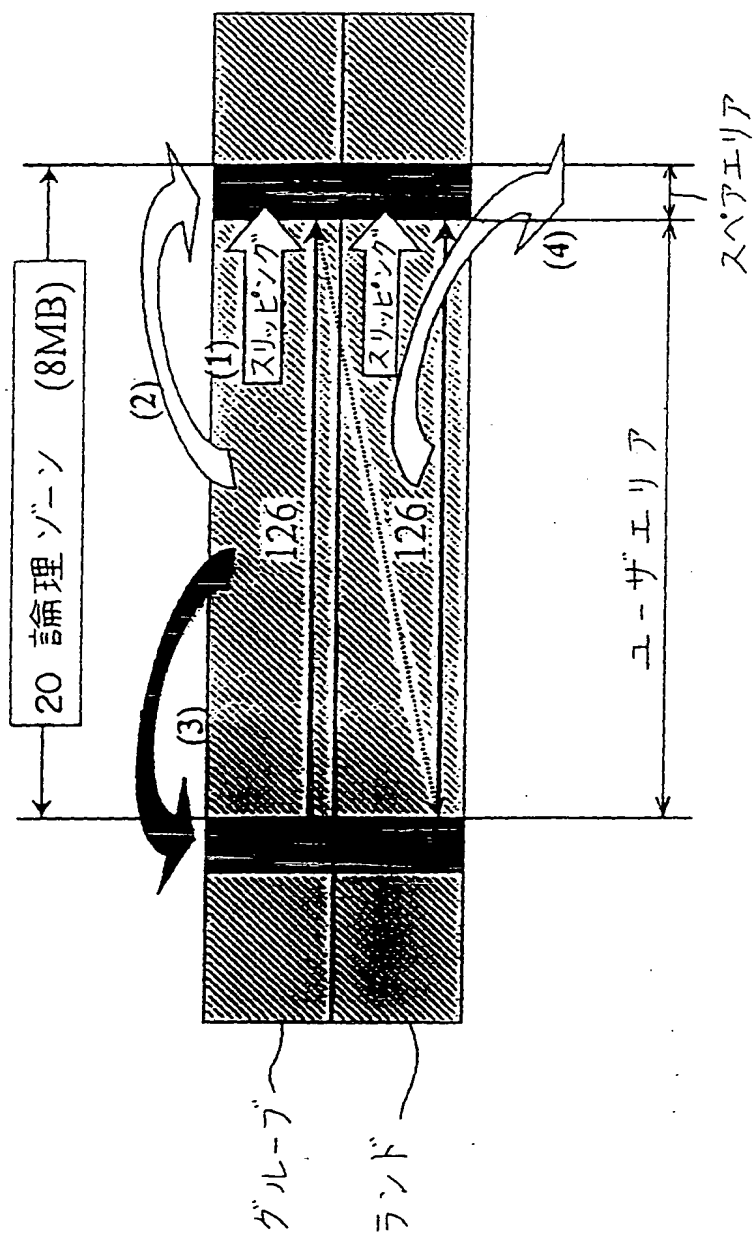




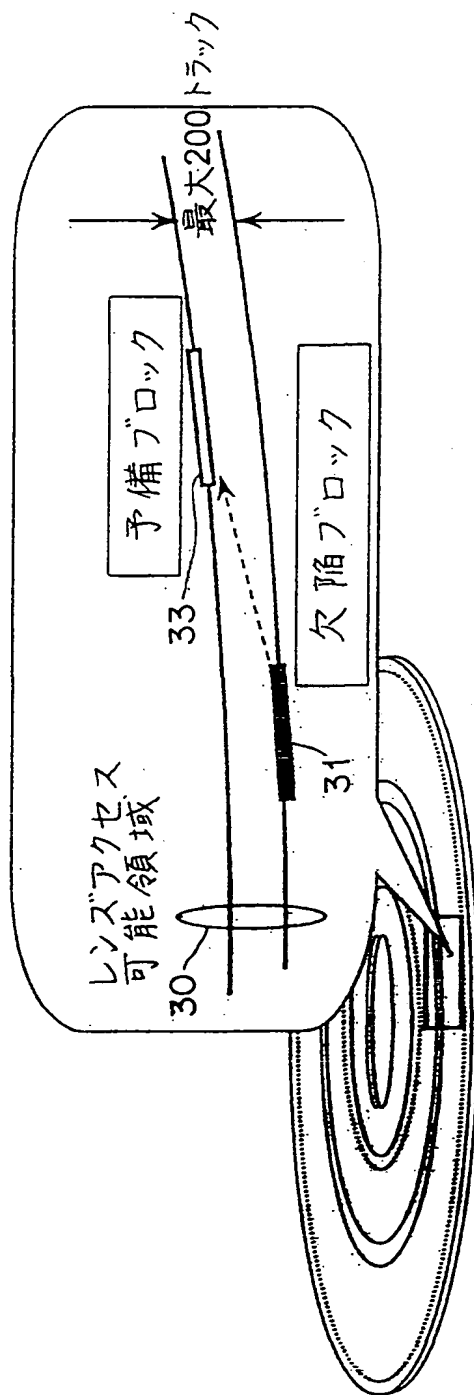
6/57



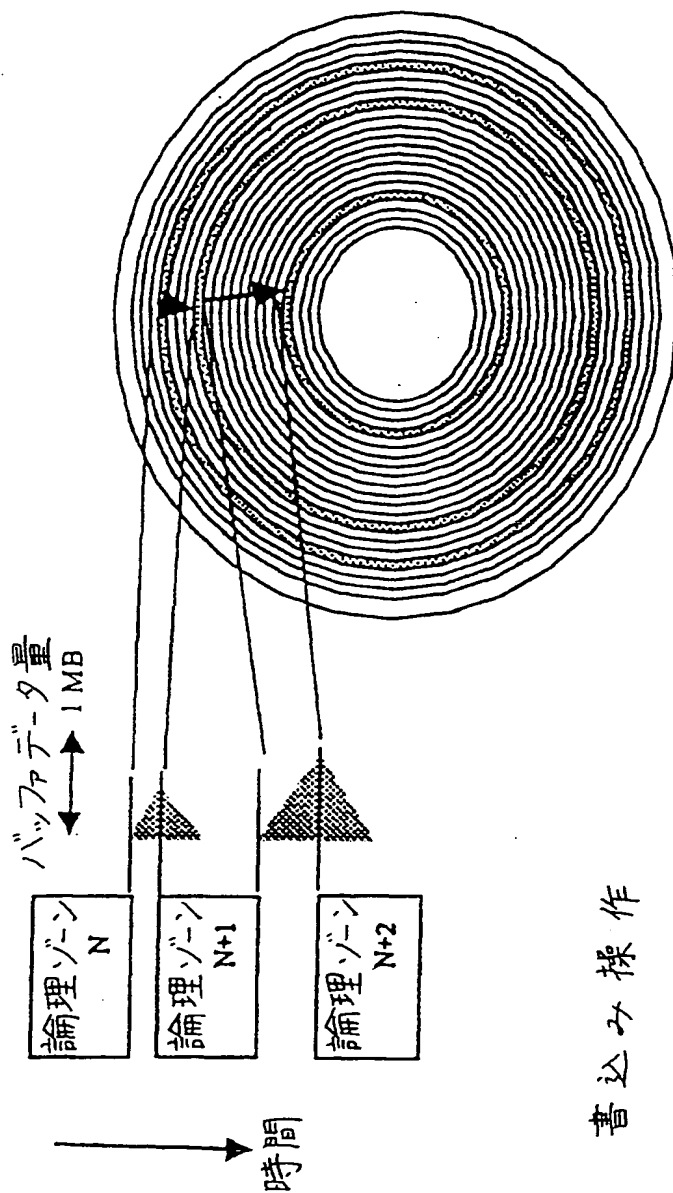
7/57



8  
57

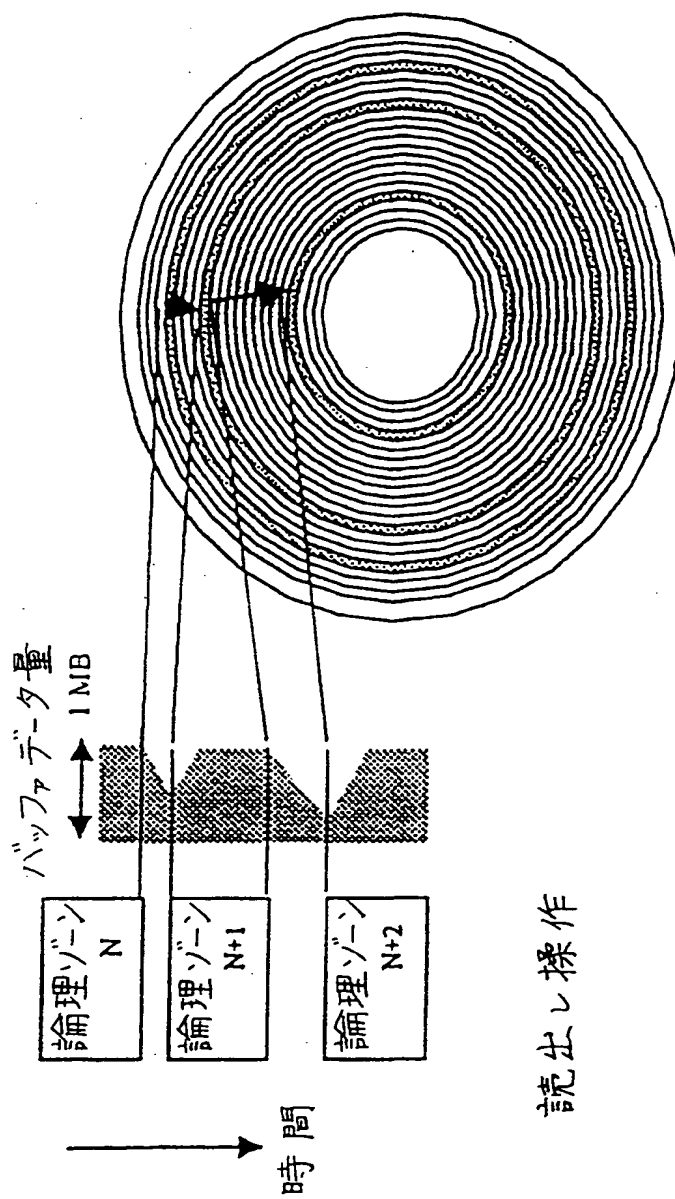




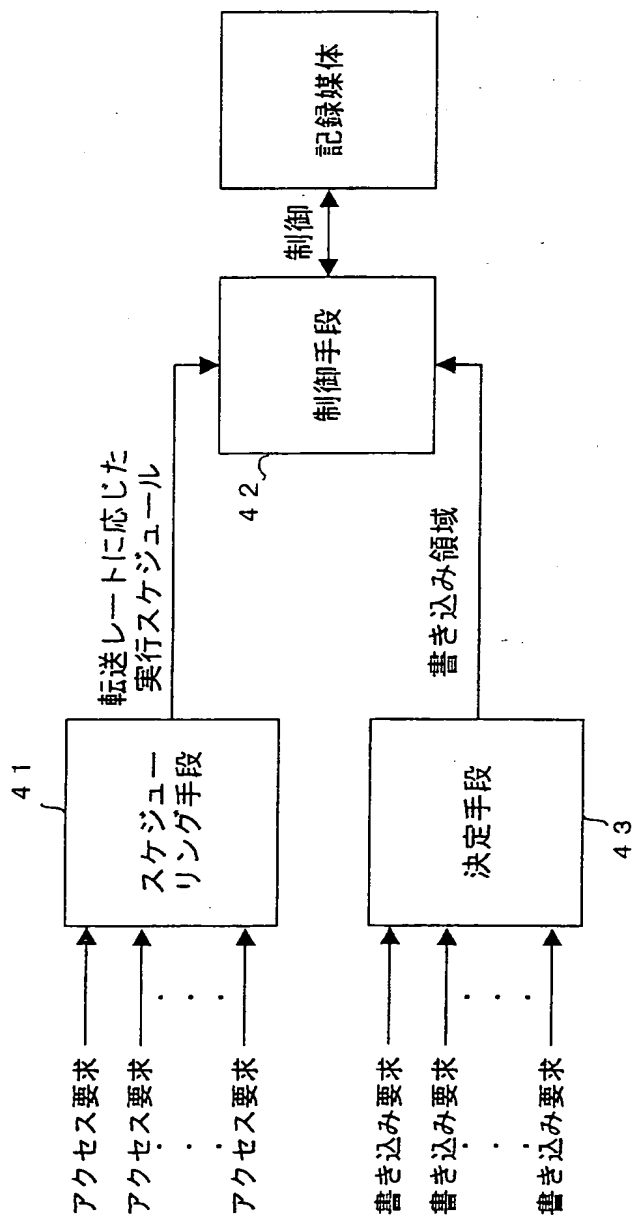


書き込み操作

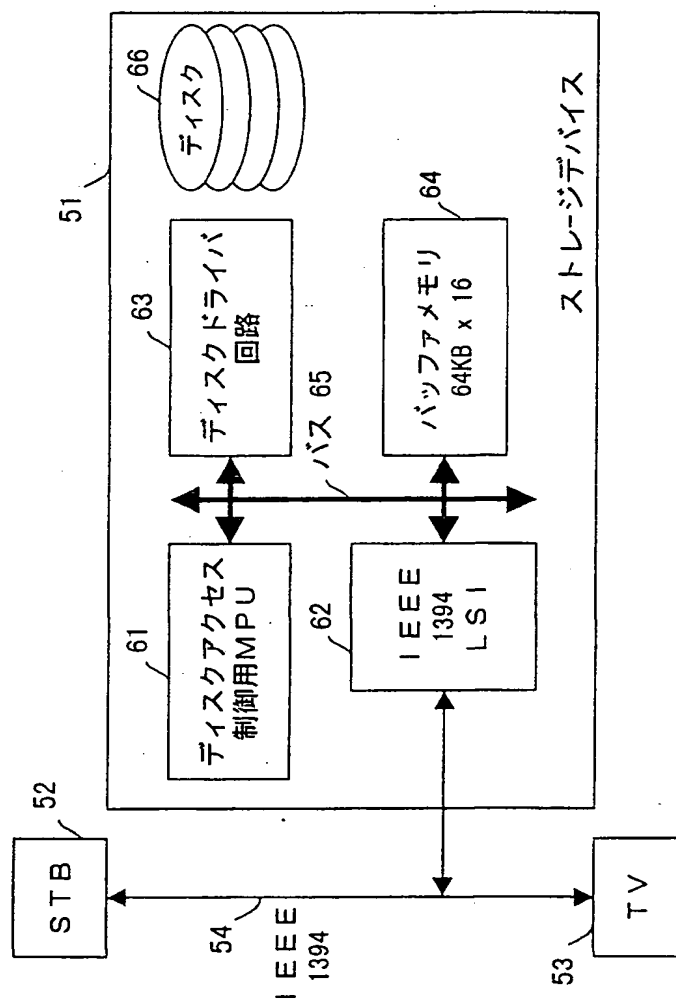
10/57



11/57



12/57



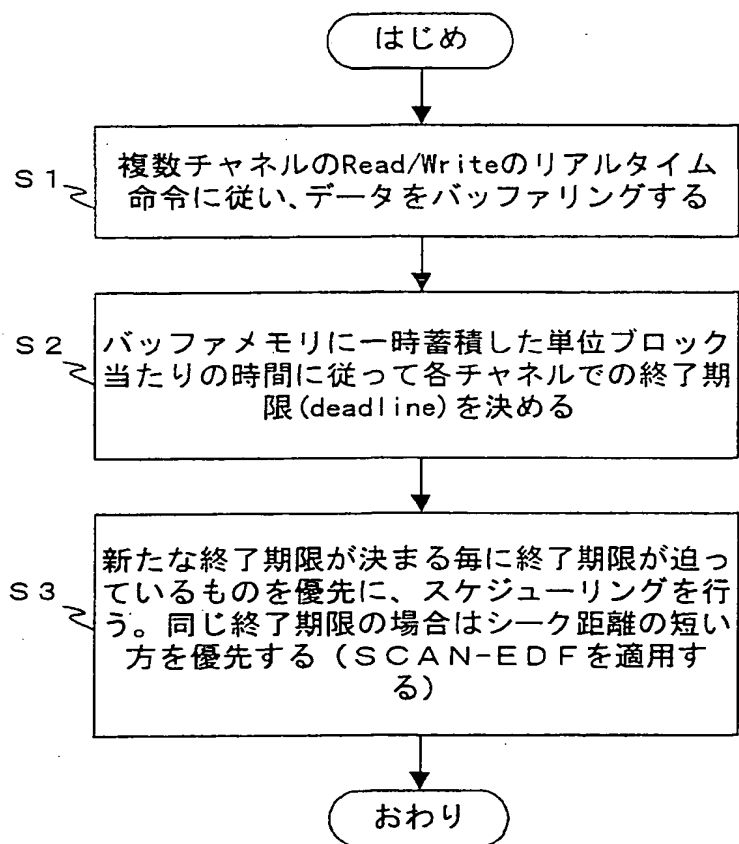
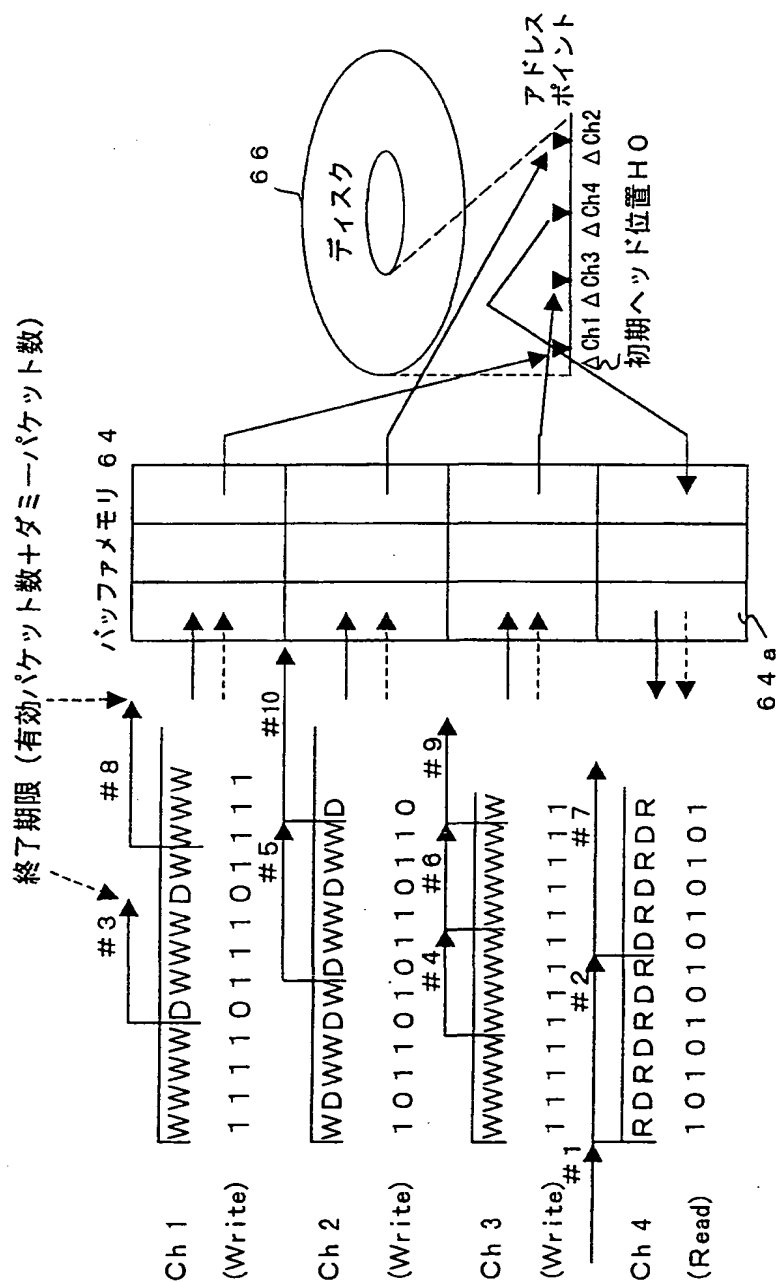
13/  
57

図 1 3

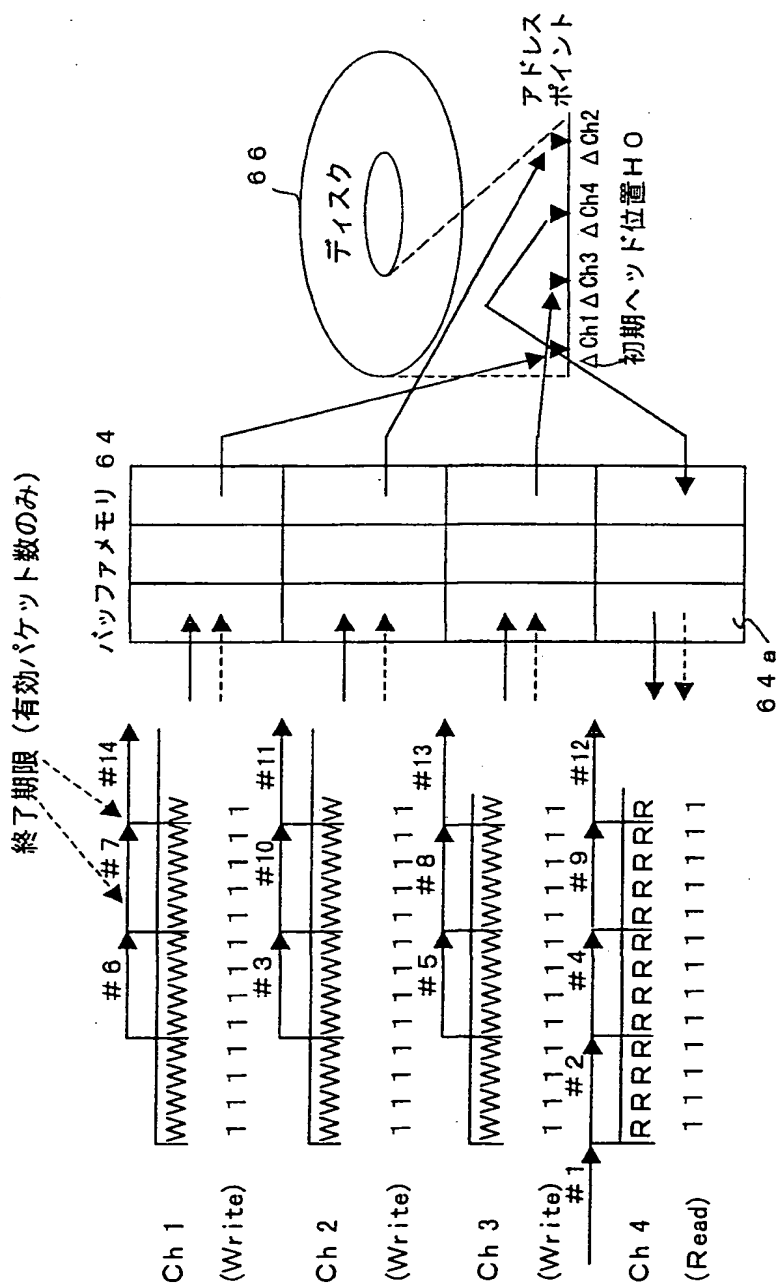
14/57



$$\frac{15}{57}$$

最大転送レート (バイト数/パケット数)	終了期限 情報	バイナリ データ	有 効 データ
-------------------------	------------	-------------	------------

図 1 5

16  
57



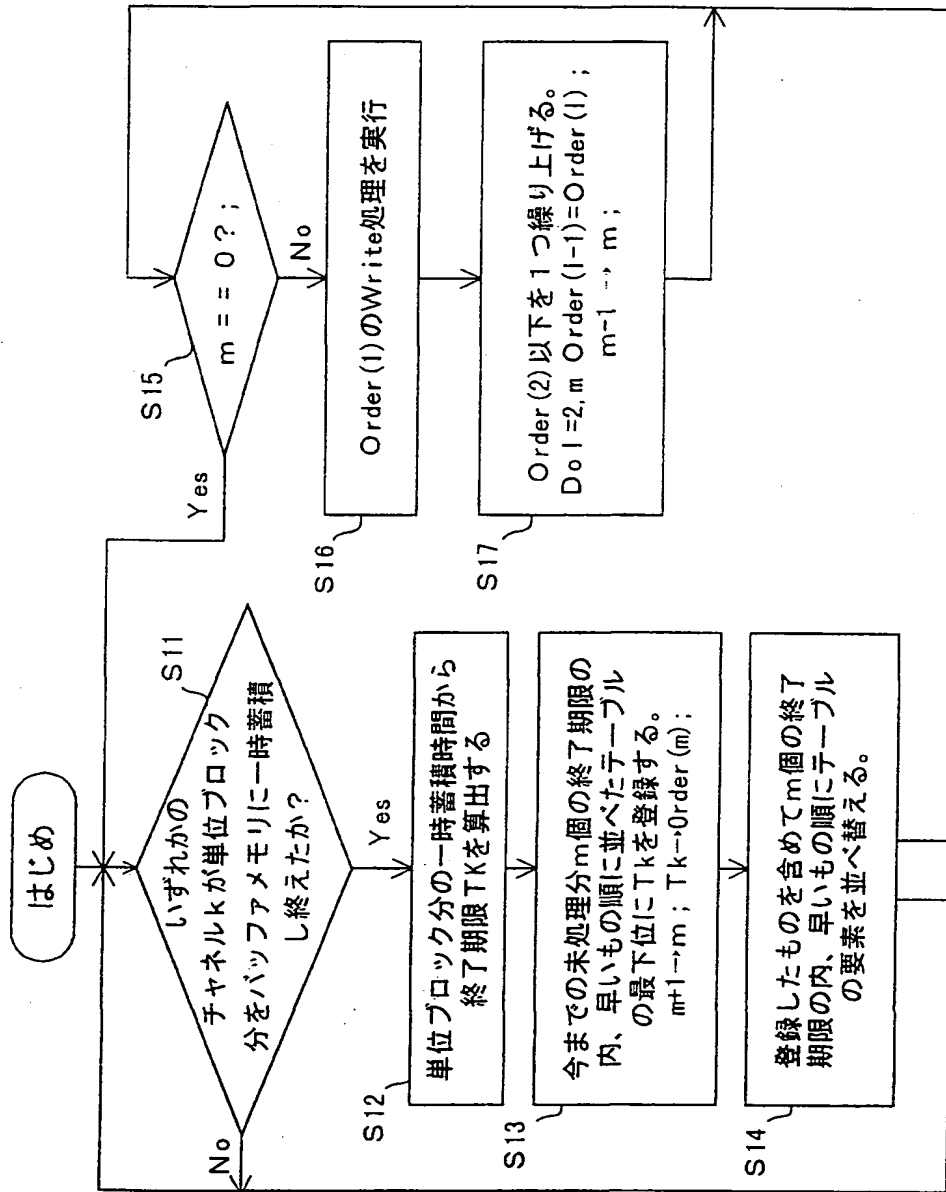
$$\frac{17}{57}$$

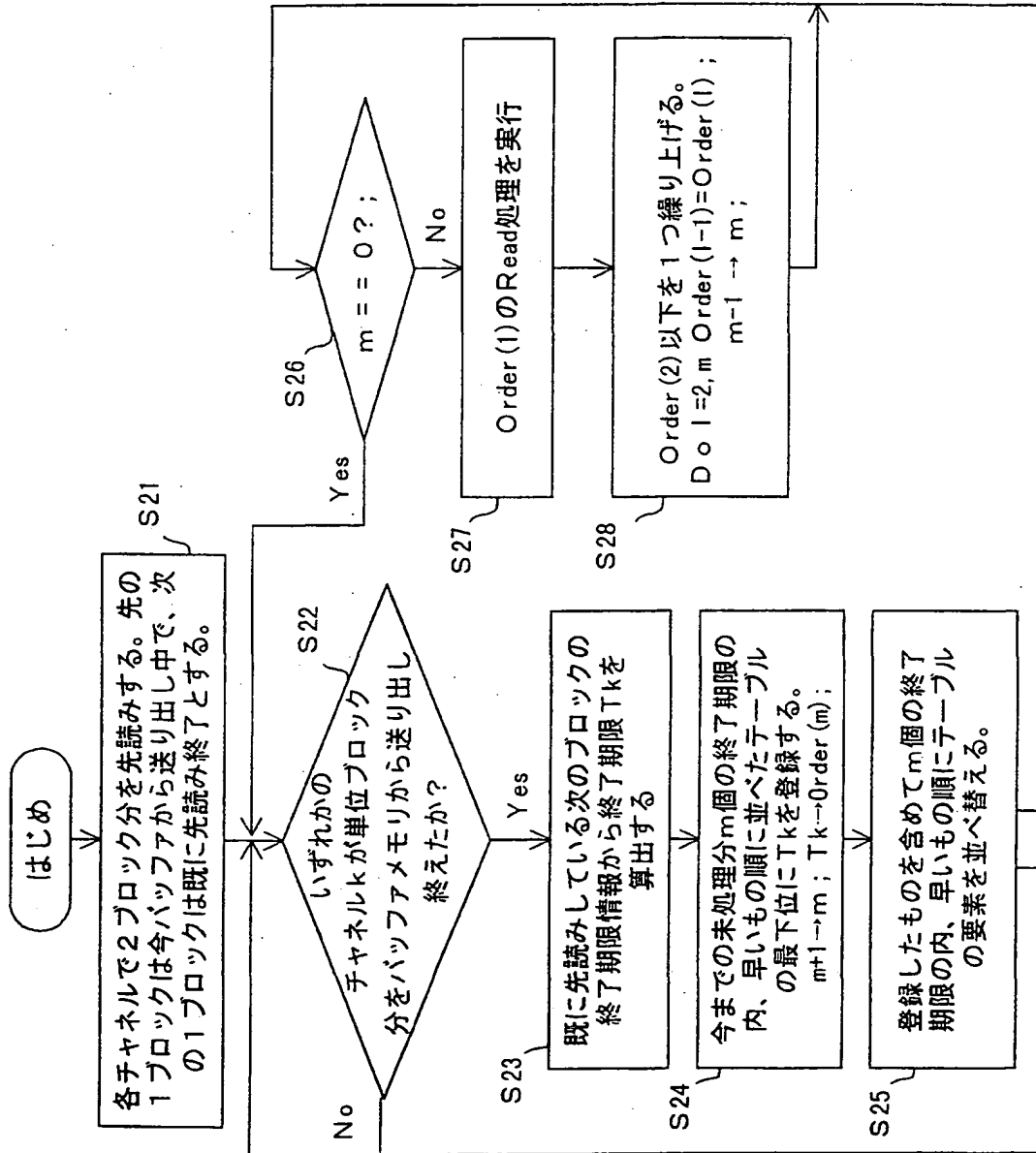
$$\frac{70}{\downarrow}$$

処 理 順 番	デ ィス上の 終了期限 T R/W チャネル C ブロックアドレス A			
	T	R/W	C	A
1	$T_i$	$W_i$	$C_i$	$A_i$
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
m-1	$T_j$	$R_j$	$C_j$	$A_j$
登録 → m	$T_k$	$R_k$	$C_k$	$A_k$
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
2 N				

Order (1) = {T, R/W, C, A}

図 1 7

18  
57

19  
57

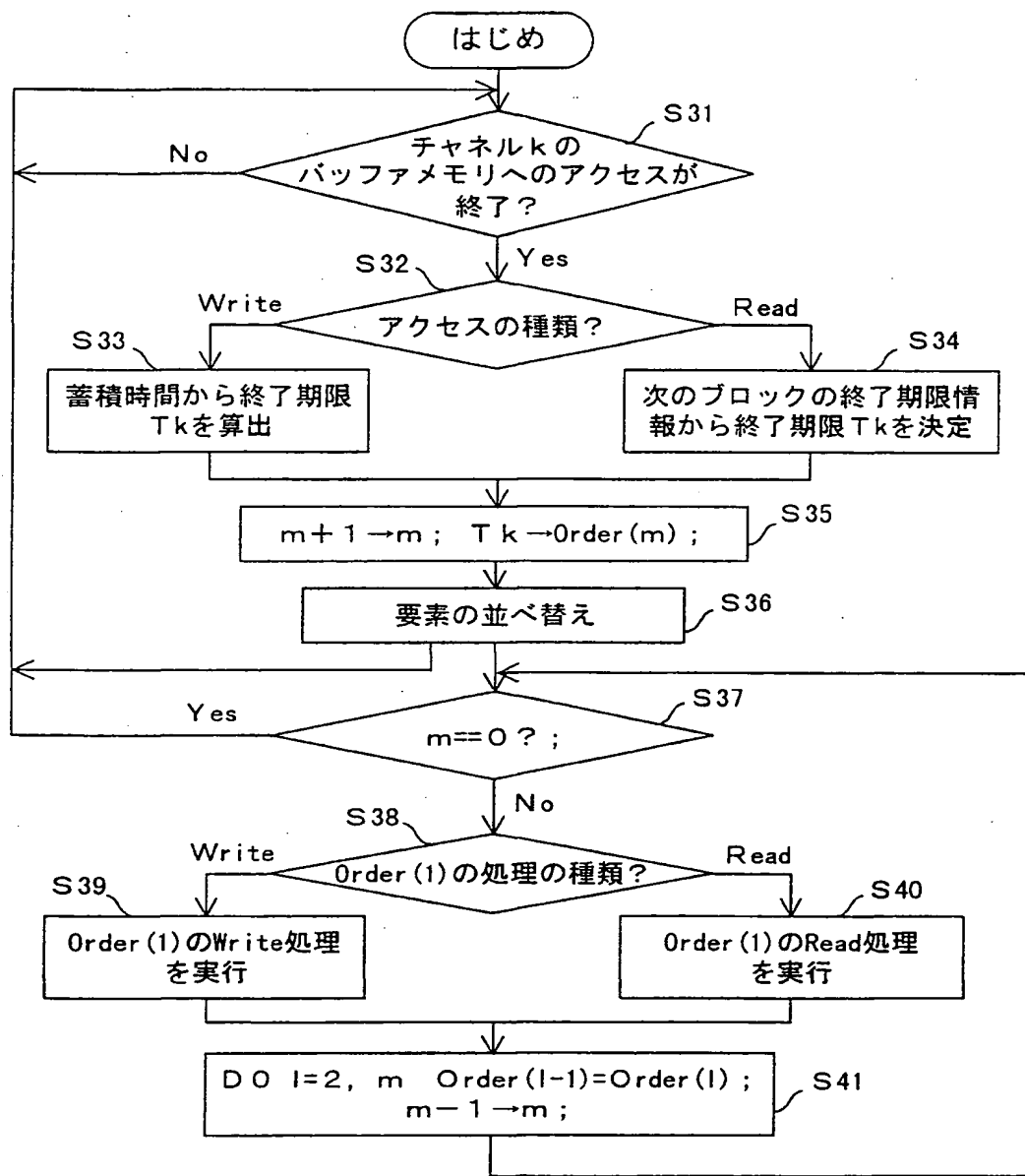
20/  
57

図 20

21 / 57

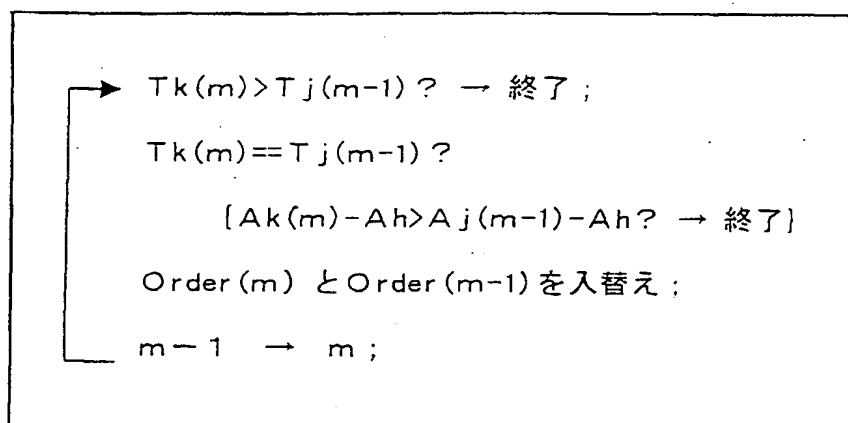


図 2 1



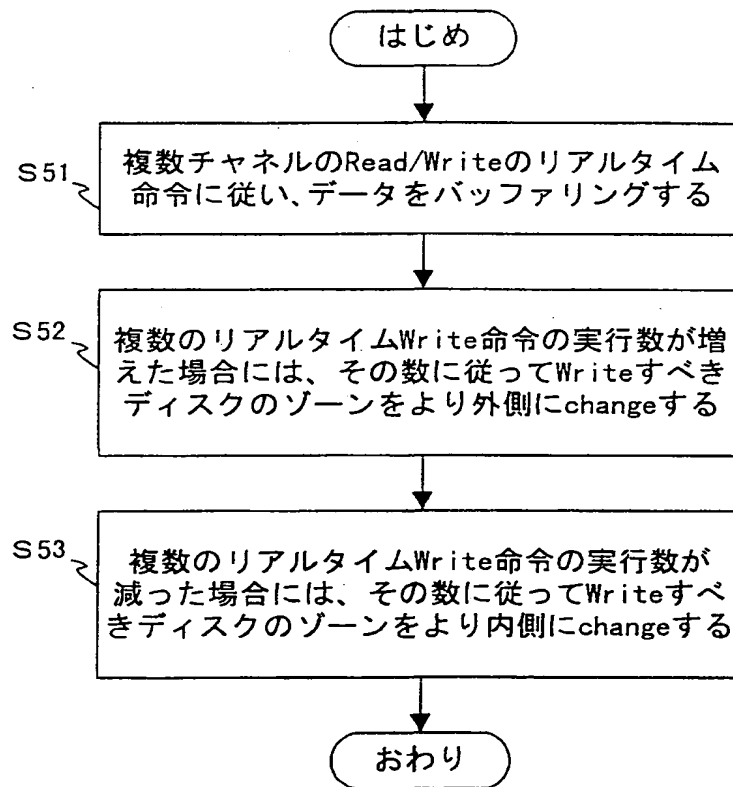
23/  
57

図 2 3

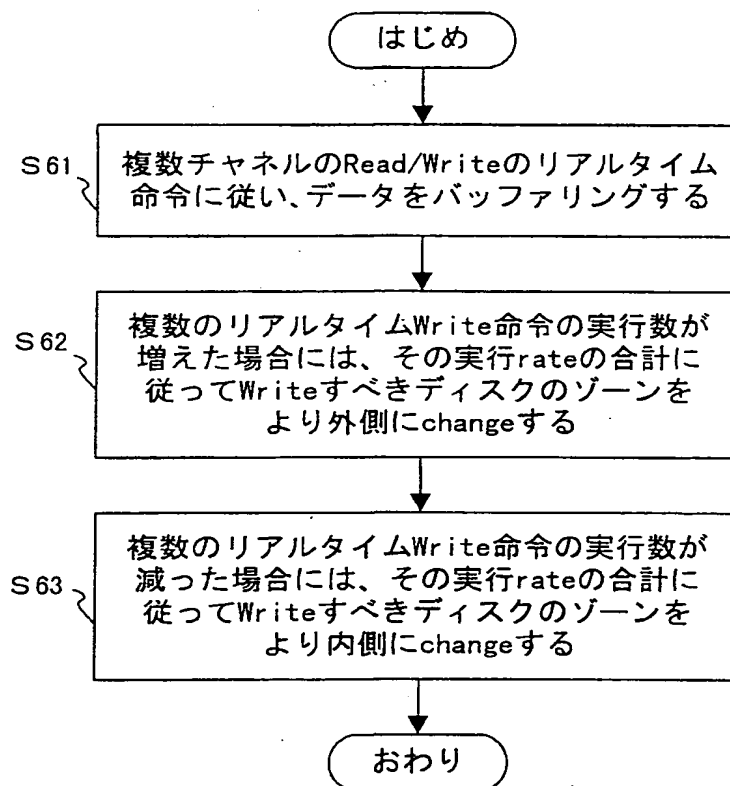
24/  
57

図 2 4



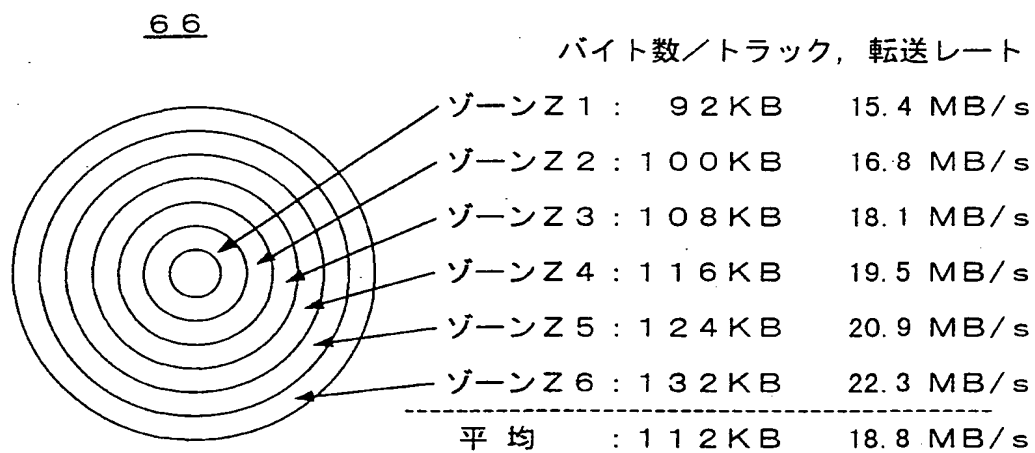
$\frac{25}{57}$ 

図 25

$\frac{26}{57}$ 

図 2 6

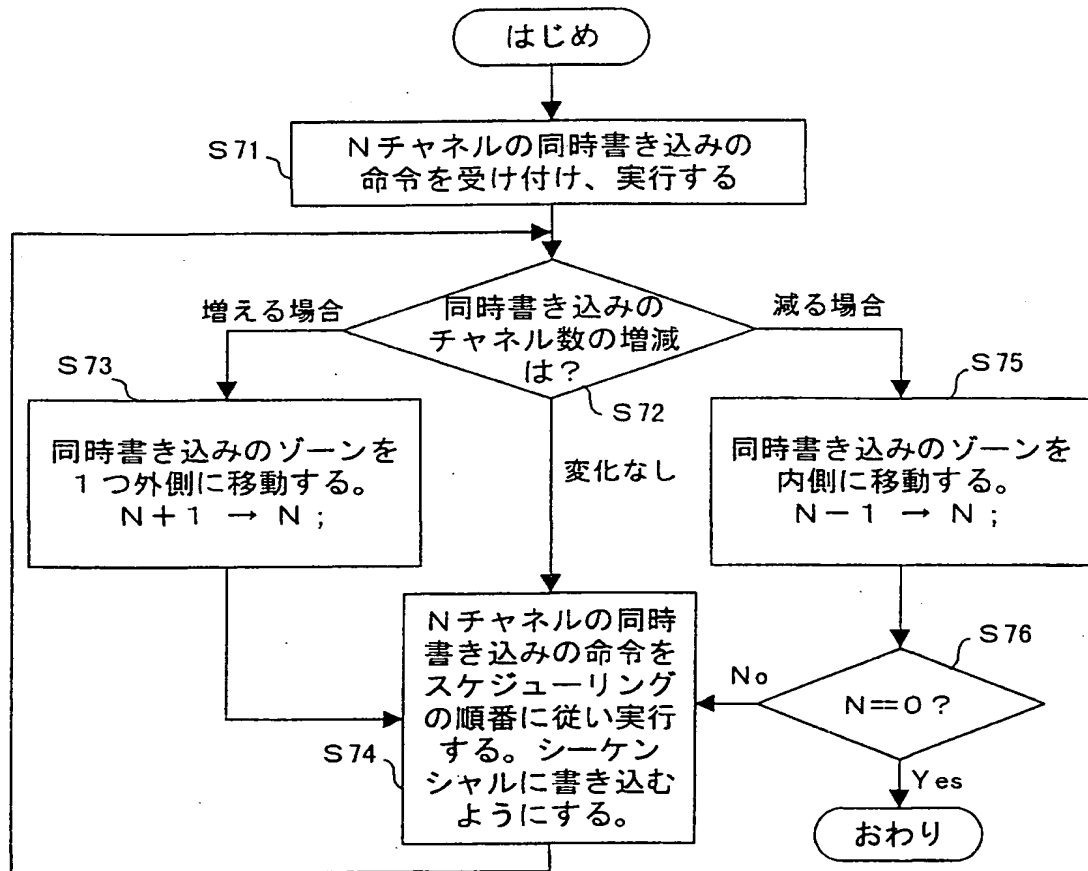
27/  
57

図 27

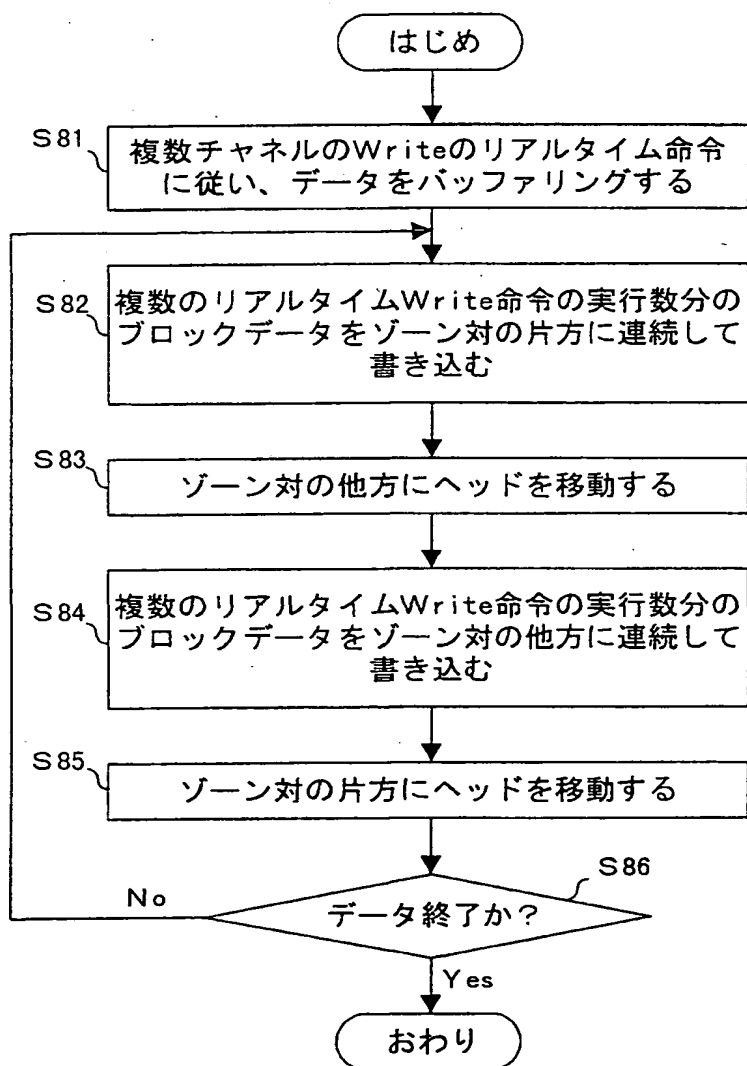
28/  
57

図 28

$\frac{29}{57}$ 

トラック（円周）方向

---

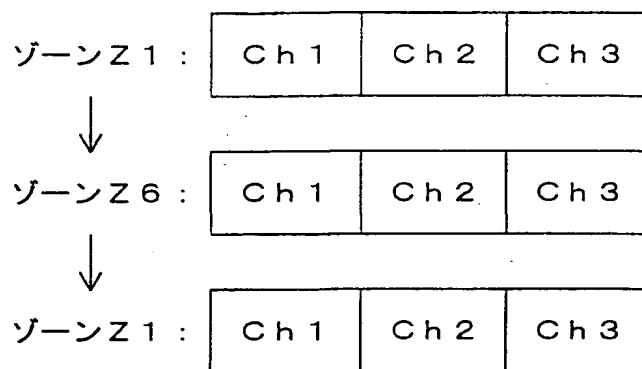


図 2 9

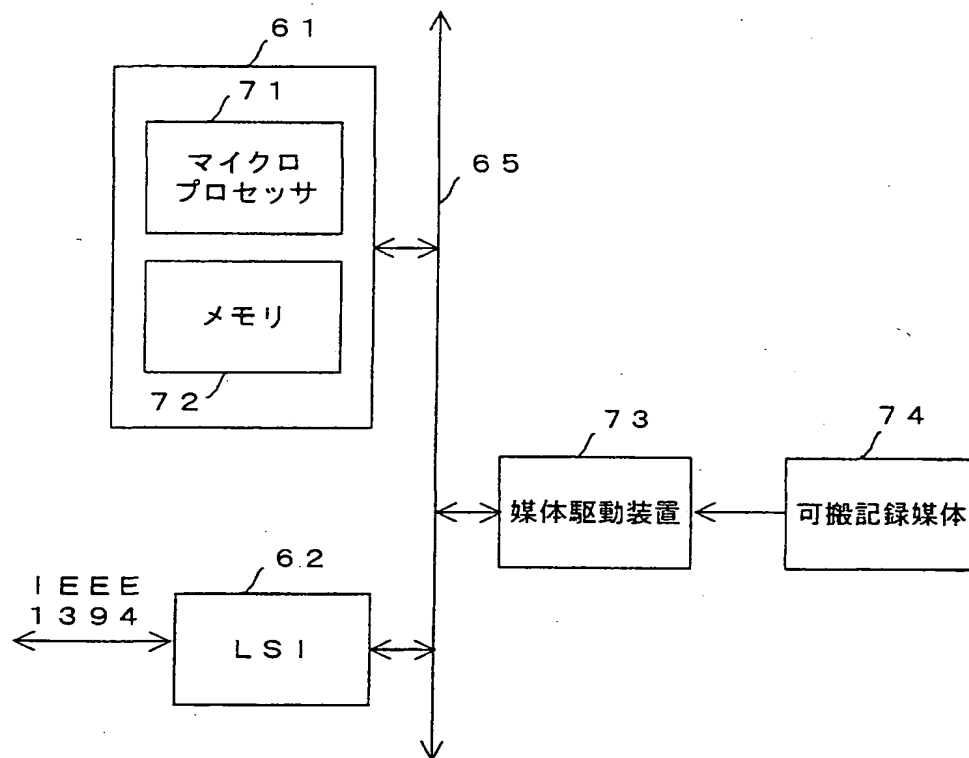
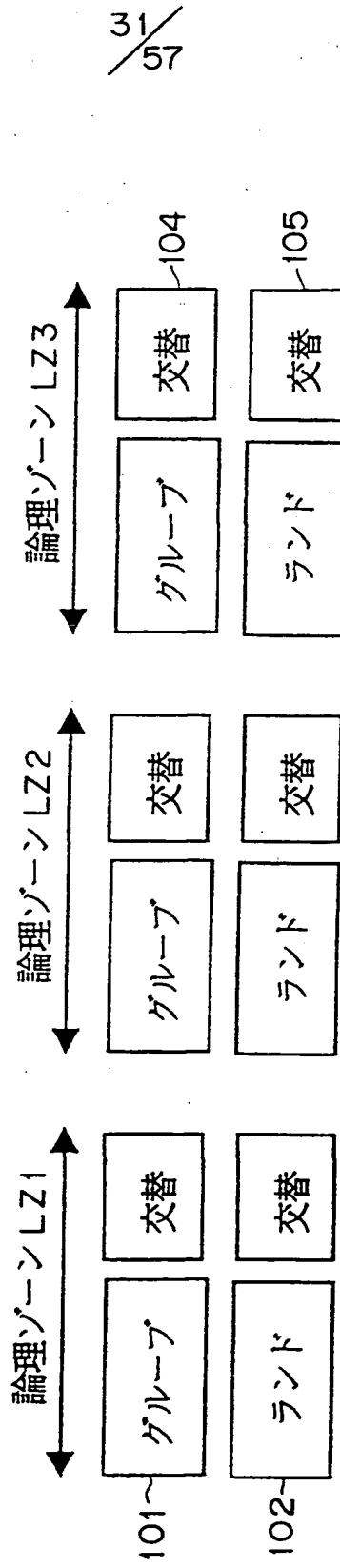
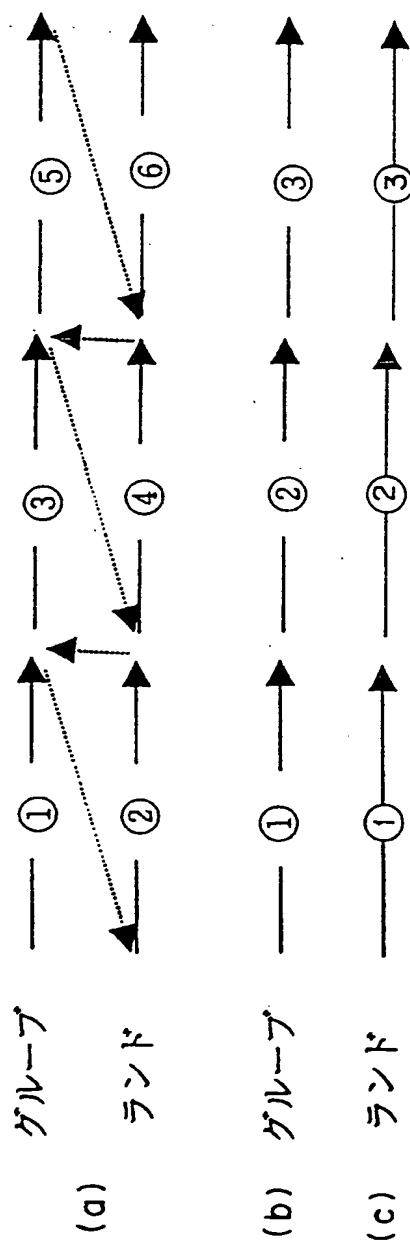
30/  
57

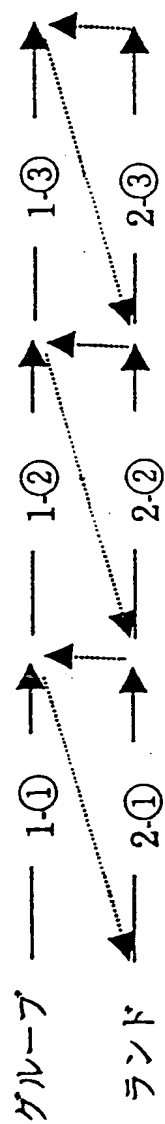
図 30



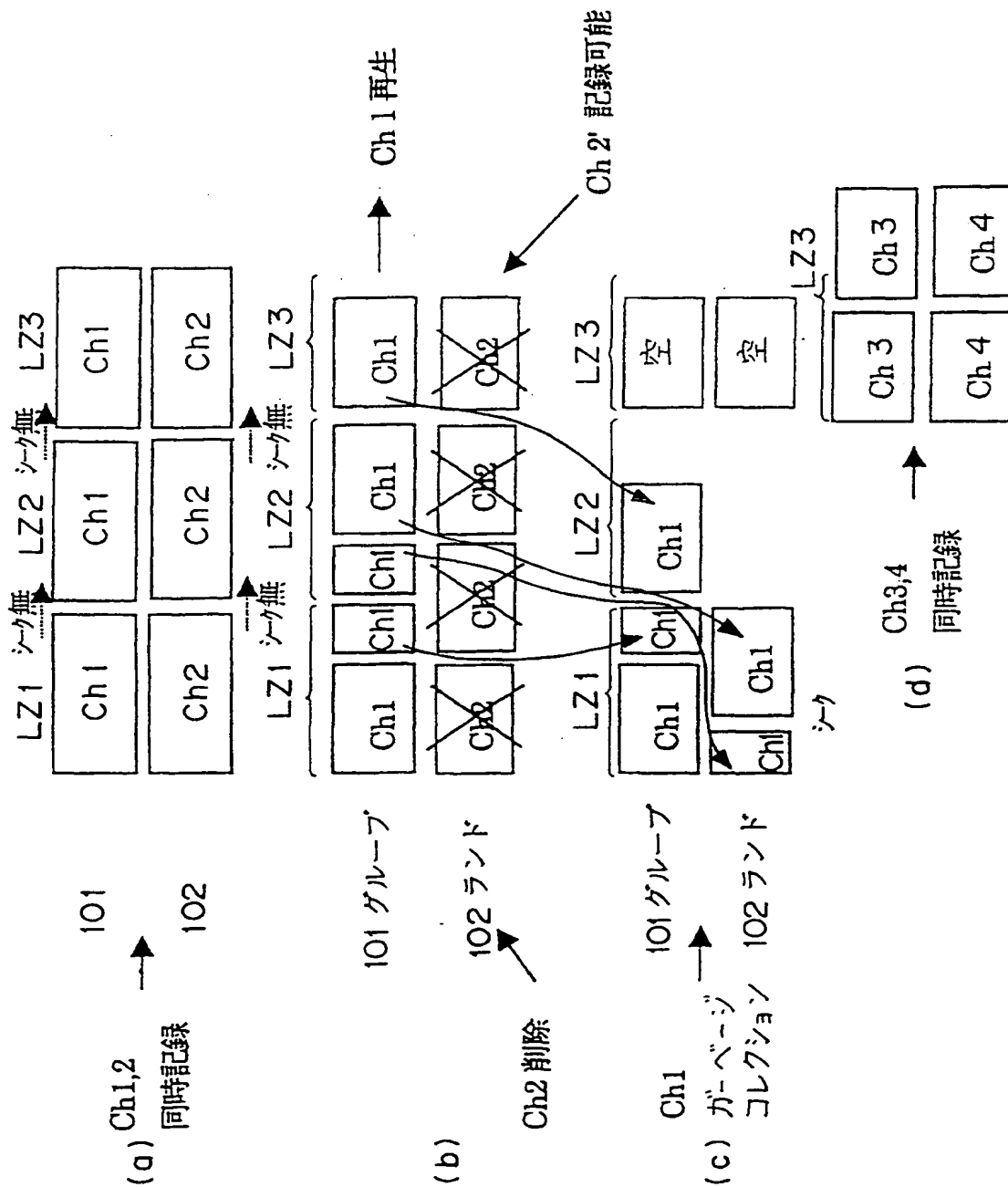
$$\frac{32}{57}$$




33/57



34/57



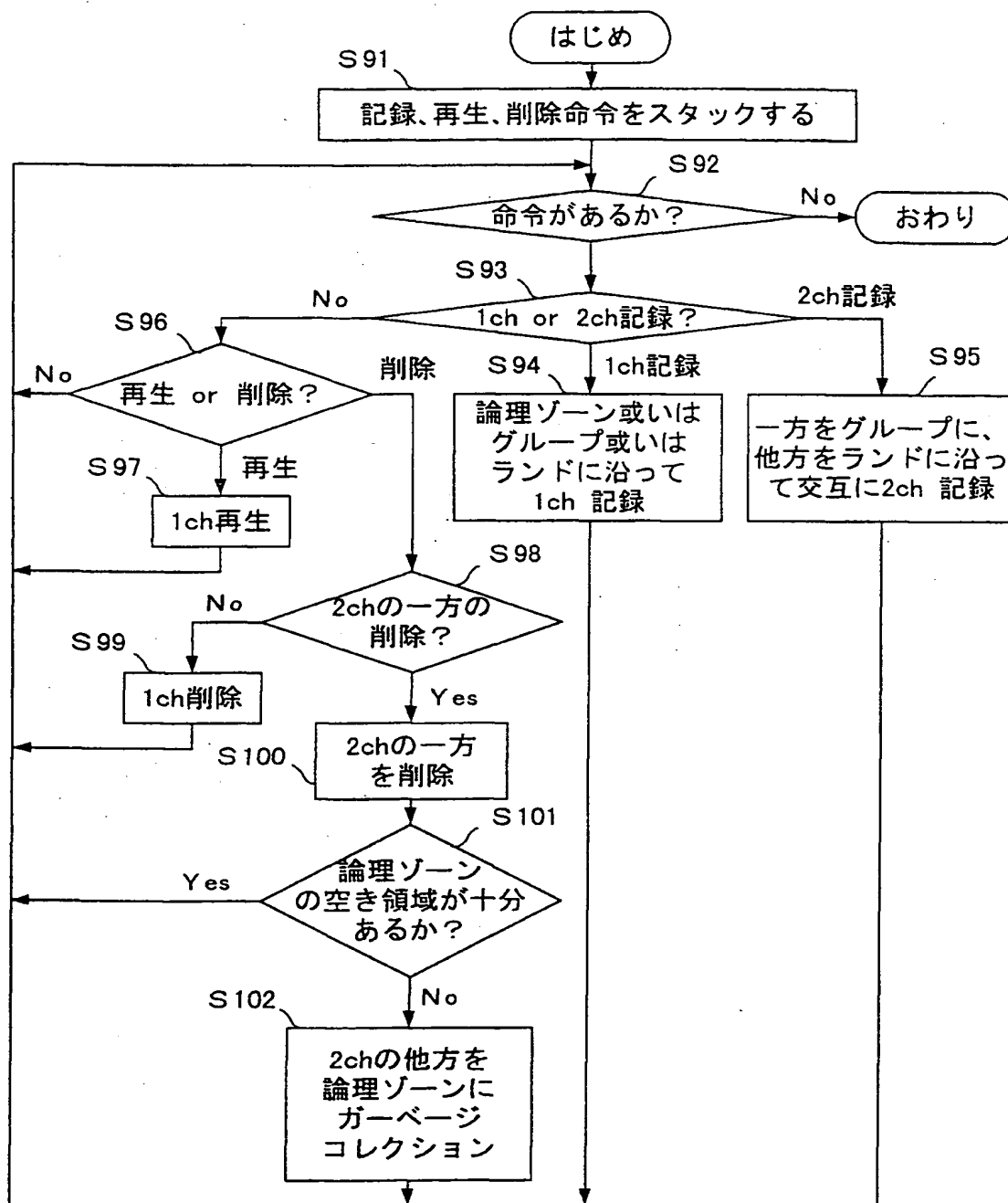
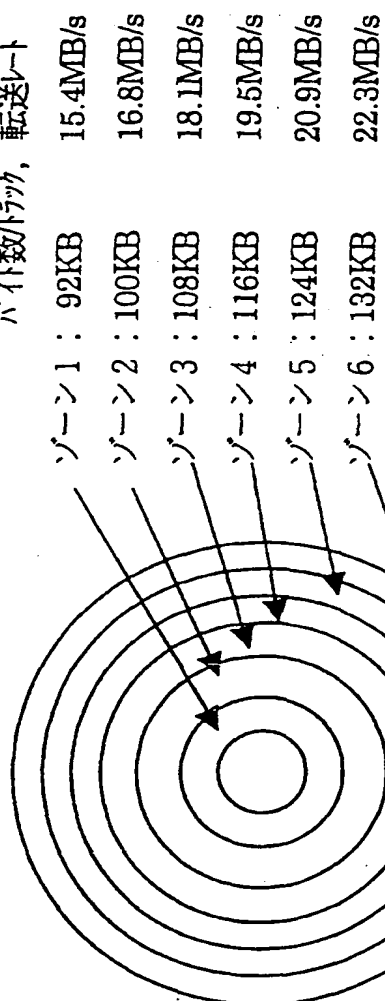
35/  
57

図 3 5

110

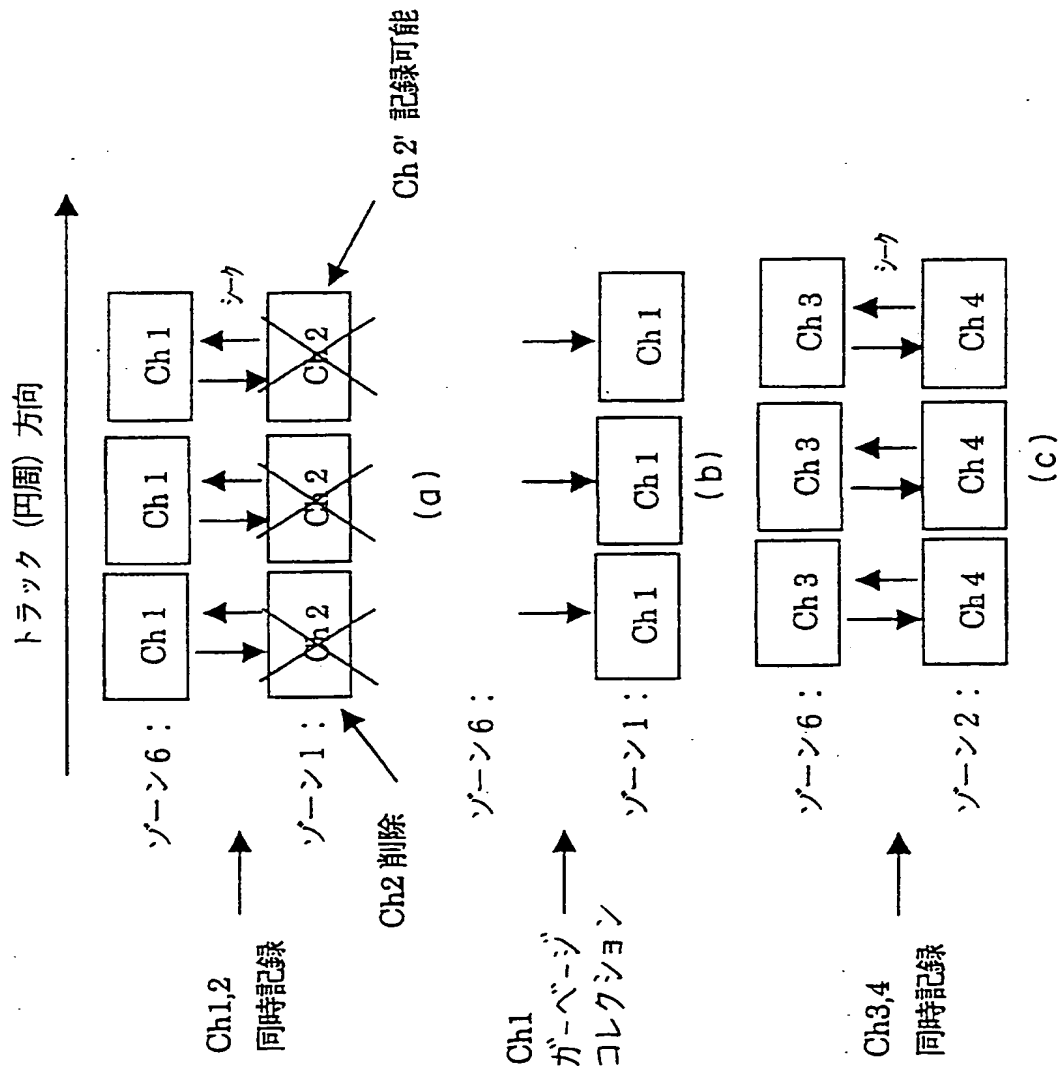
バイト数/トラック, 転送レート



平均 : 112KB 18.8MB/s

注) 回転数 : 10000 rpm → 6ms/回転より転送レートを計算

37/57



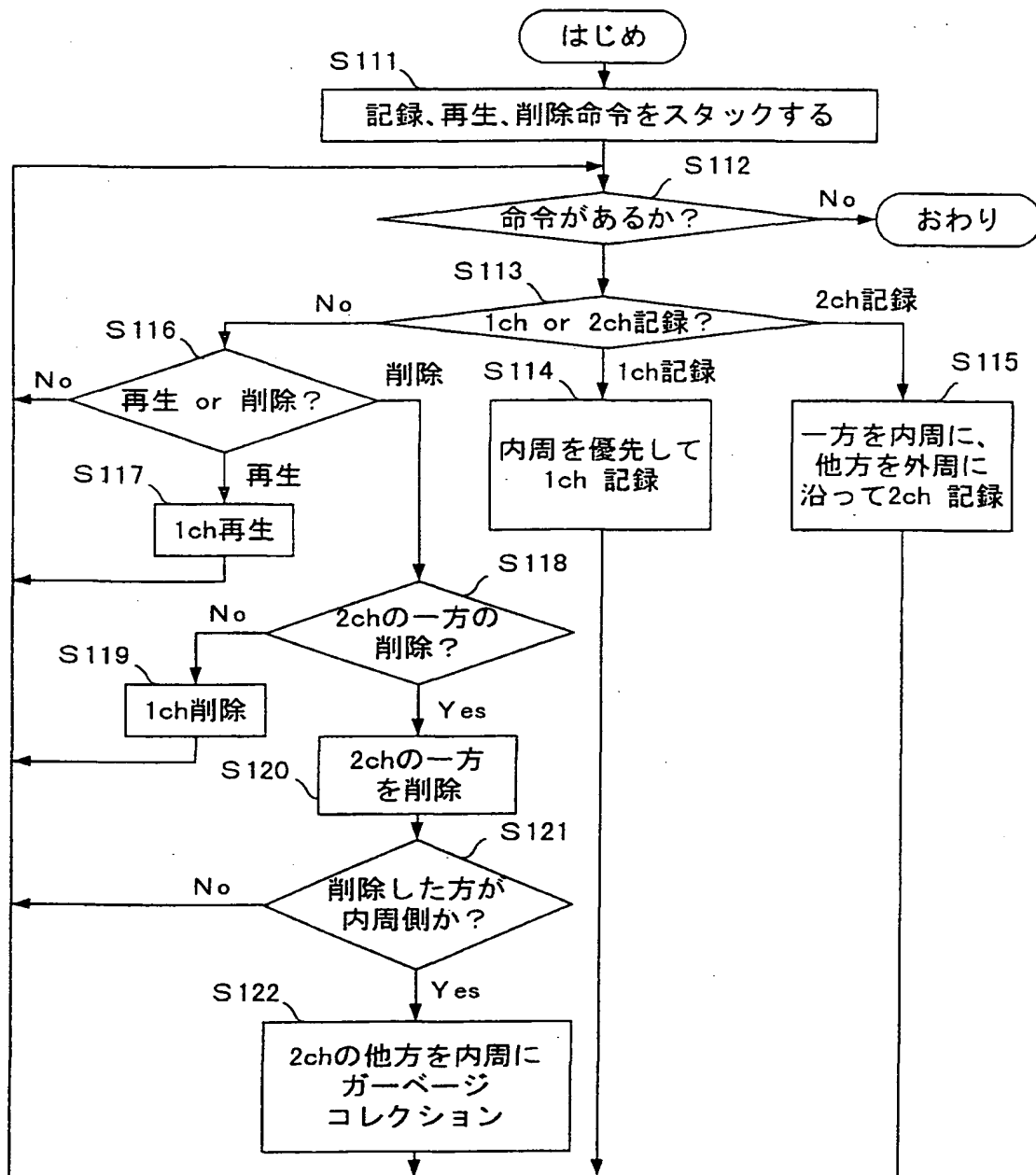
38  
57

図 3 8

39/57

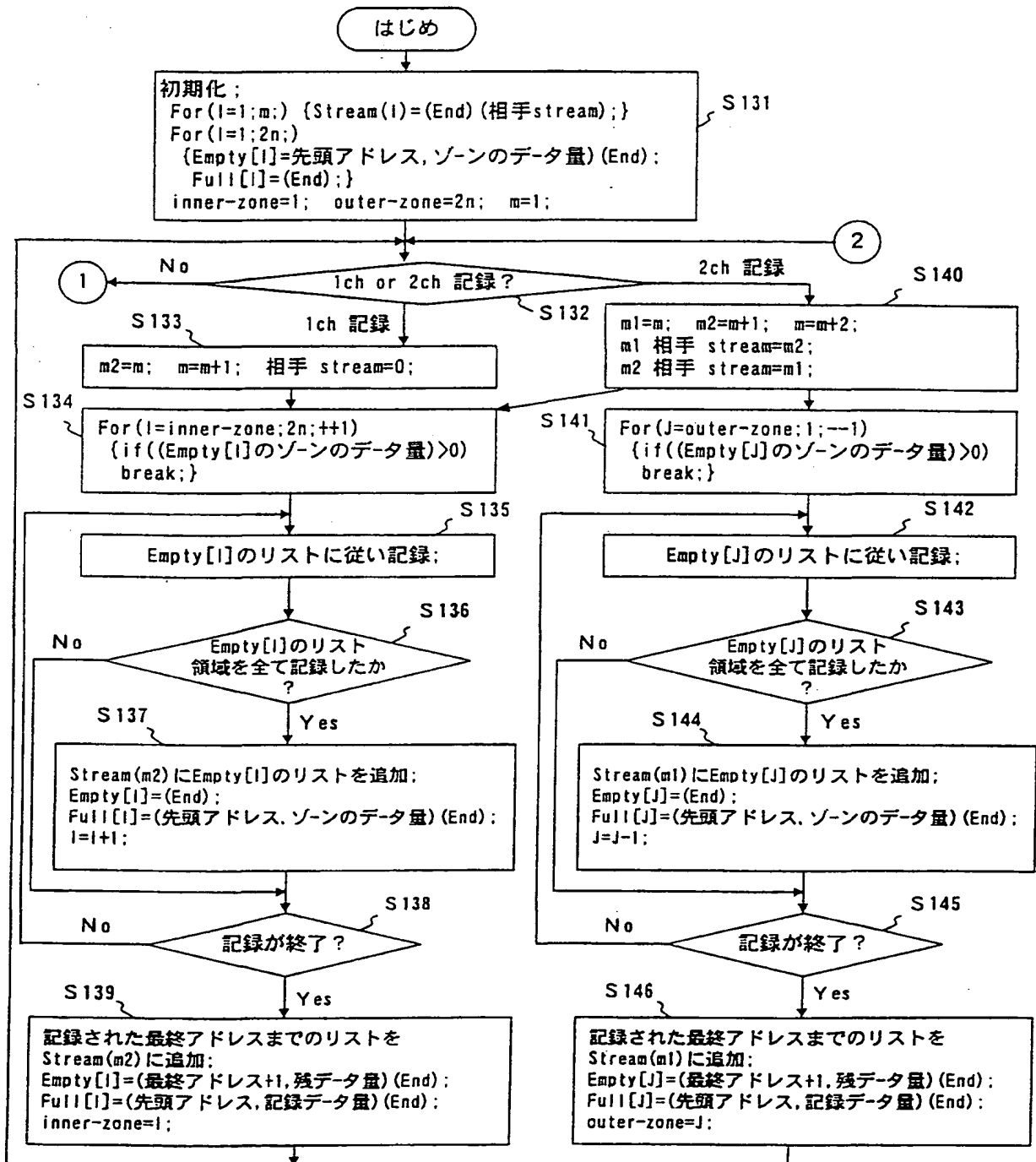


図 3 9

40/57

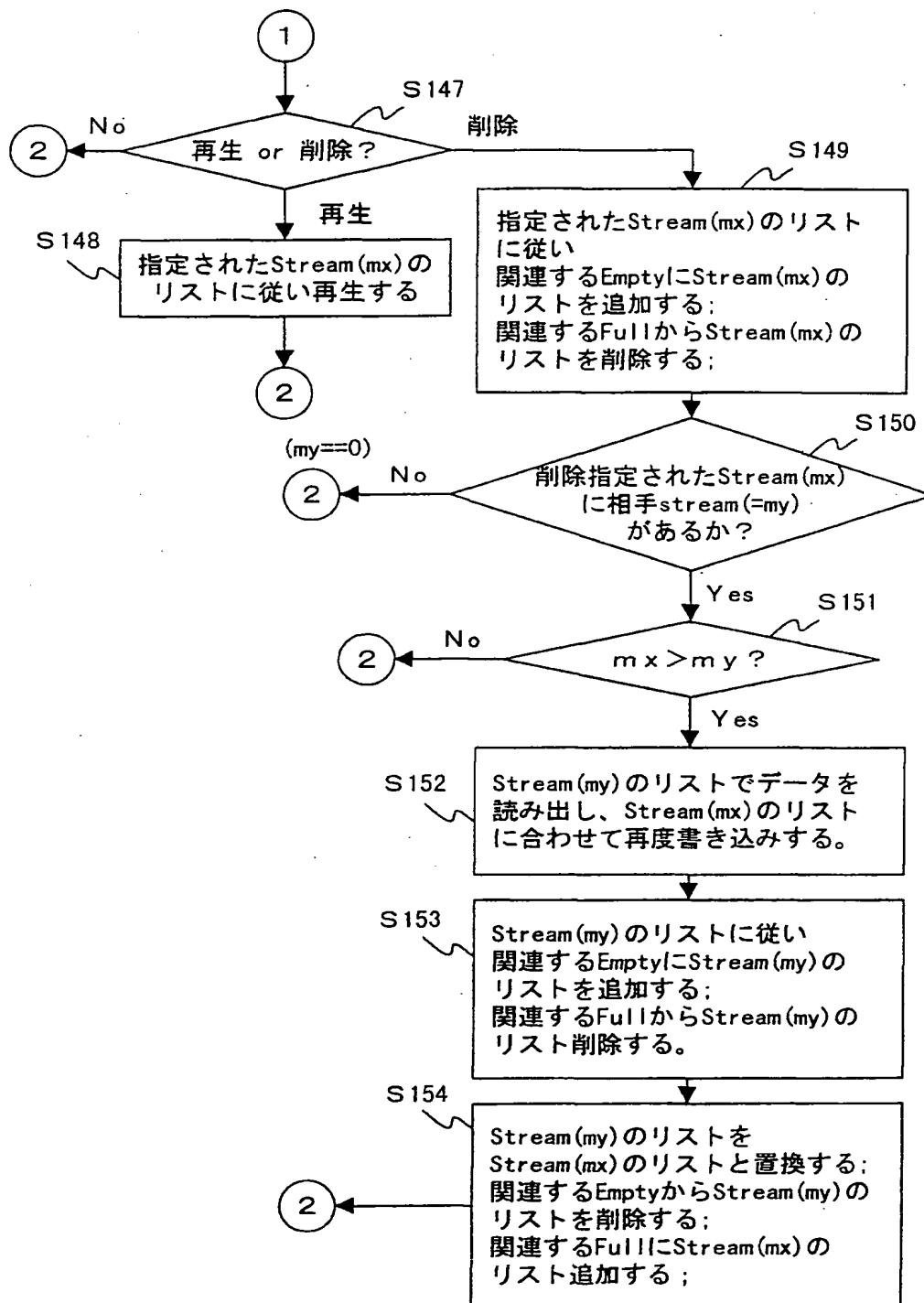


図 40



41/  
57120

ストリーム リスト	(先頭アドレス, データ量) → 終了、2ch記録の相手stream
Stream(1)	(Add, Data) → (Add, Data) → … → End. m?
⋮	⋮
Stream(m)	(Add, Data) → (Add, Data) → … → End. m?

図 4 1

42/57

130

内／外	ゾーン	空／充リスト	(先頭アドレス, データ量) → 終了 : リスト構造
内周	1	Empty[1]	(Add, Data) → (Add, Data) → … → End
		Full[1]	(Add, Data) → (Add, Data) → … → End
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
	n	Empty[n]	(Add, Data) → End (初期値)
		Full[n]	End (初期値)
外周	n+1	Empty[n+1]	(Add, Data) → End (初期値)
		Full[n+1]	End (初期値)
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
	2n	Empty[2n]	(Add, Data) → (Add, Data) → … → End
		Full[2n]	(Add, Data) → (Add, Data) → … → End

図 4 2

43/  
57

ゾーンno.	バイト数/トラック	トラック数	セクタ数	セクタアドレス
1	92 K B	1000	184 k	1-184000
2	100 K B	1000	200 k	184000-384000
3	108 K B	1000	216 k	384001-600000
4	116 K B	1000	232 k	600001-832000
5	124 K B	1000	248 k	832001-1080000
6	132 K B	1000	264 k	1080001-1344000

\*: 512 B/セクタ

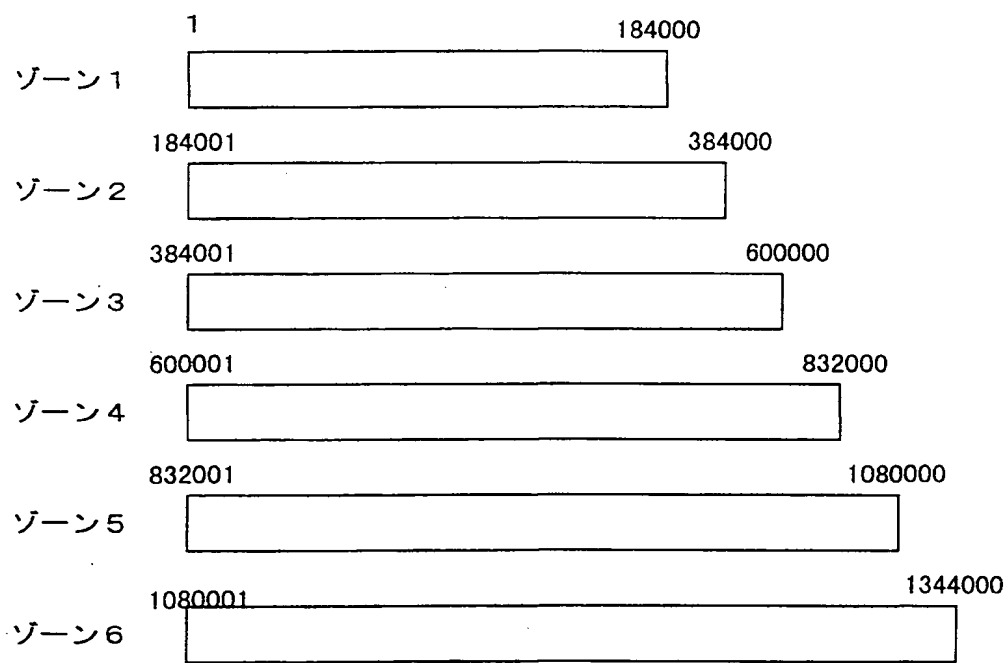
図 4 3

44/  
57

150

	格納アドレス	情報の意味	格納内容 (記憶先頭アドレス、データ量、次格納アドレス)
初期化領域	0	End	(0, 0, 0)
	1	Stream[1]	① (0, 0, 0) ③ → (1080001, 264000, 19) ⑤ → (1, 184000, 20)
	2	Stream[2]	① (0, 0, 0) ② → (1, 184000, 18) ④ → (0, 0, 0)
	3	Stream[3]	① (0, 0, 0) ⑦ → (1080001, 256000, 22)
	4	Stream[4]	① (0, 0, 0) ⑥ → (300001, 84000, 21)
	5	Stream[5]	① (0, 0, 0)
	6	Empty[1]	① (1, 184000, 0) ② → (0, 0, 0) ④ → (1, 184000, 0) ⑤ → (0, 0, 0)
	7	Empty[2]	① (184001, 200000, 0) ③ → (300001, 84000, 0) ④ → (184001, 200000, 0) ⑤ → (300001, 84000, 0) ⑥ → (0, 0, 0)
	8	Empty[3]	① (384001, 216000, 0) ⑦ → (0, 0, 0)
	9	Empty[4]	① (600001, 232000, 0)
	10	Empty[5]	① (832001, 248000, 0) ③ → (876001, 204000, 0) ⑤ → (832001, 248000, 0) ⑦ → (876001, 204000, 0)
	11	Empty[6]	① (1080001, 256000, 0) ③ → (0, 0, 0) ⑤ → (1080001, 256000, 0) ⑦ → (0, 0, 0)
	12	Full[1]	① (1, 0, 0) ② → (1, 184000, 0) ④ → (1, 0, 0) ⑤ → (1, 184000, 0)
	13	Full[2]	① (184001, 0, 0) ③ → (184001, 116000, 0) ④ → (184001, 0, 0) ⑤ → (184001, 116000, 0) ⑥ → (184001, 200000, 0)
	14	Full[3]	① (384001, 0, 0) ⑦ → (384001, 216000, 0)
	15	Full[4]	① (600001, 0, 0)
	16	Full[5]	① (832001, 0, 0) ③ → (832001, 44000, 0) ⑤ → (832001, 0, 0) ⑦ → (832001, 44000, 0)
	17	Full[6]	① (1080001, 0, 0) ③ → (1080001, 256000, 0) ⑤ → (1080001, 0, 0) ⑦ → (1080001, 256000, 0)
拡張領域	18	$Z_1 \rightarrow Z_2$	(184001, 0, 0) ③ → (184001, 116000, 0)
	19	$Z_8 \rightarrow Z_5$	(832001, 0, 0) ③ → (832001, 44000, 0)
	20	$Z_1 \rightarrow Z_2$	(184001, 0, 0) ⑤ → (184001, 116000, 0)
	21	$Z_2 \rightarrow Z_3$	(384001, 0, 0) ⑦ → (384001, 216000, 0)
	22	$Z_8 \rightarrow Z_5$	(832001, 0, 0) ⑦ → (832001, 44000, 0)
	23		
	24		
	25		
	26		
	27		

図 4 4

$\frac{45}{57}$ 

(1) 初期状態

図 4 5

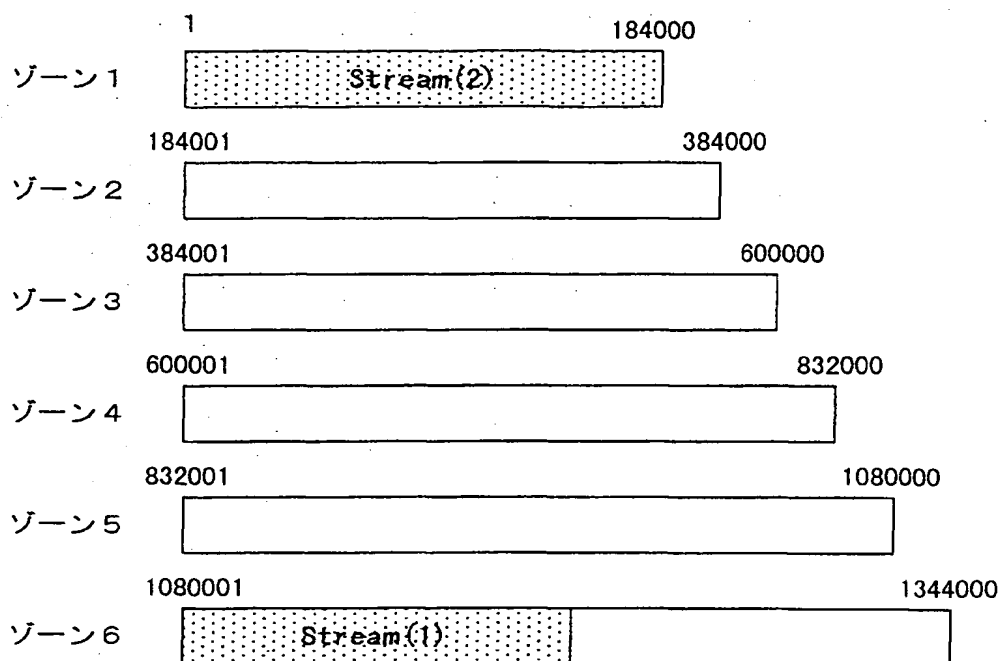
46/  
57

図 4 6

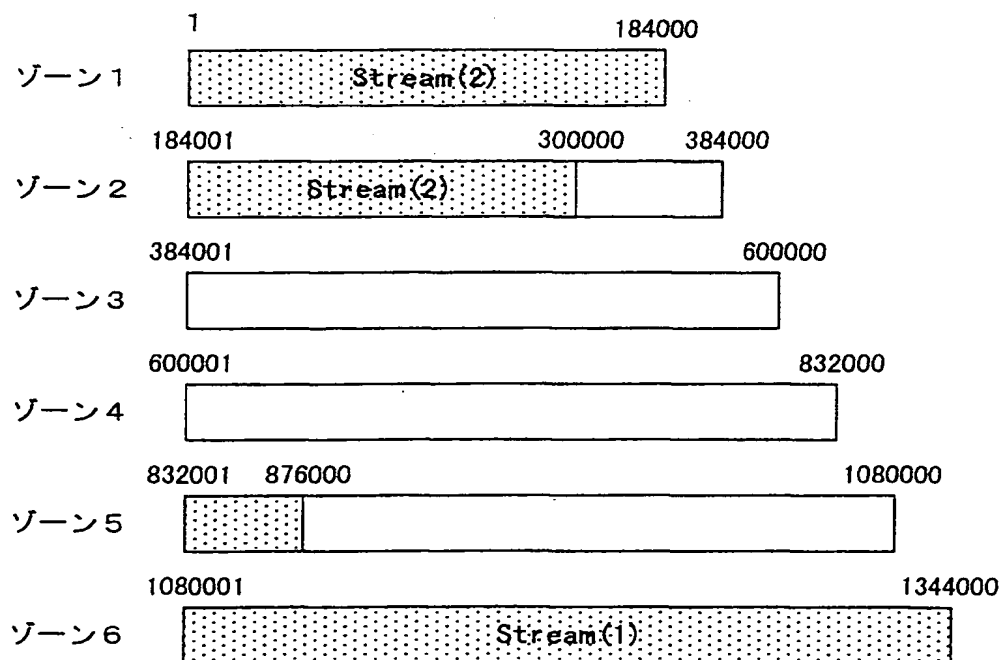


図 4 7

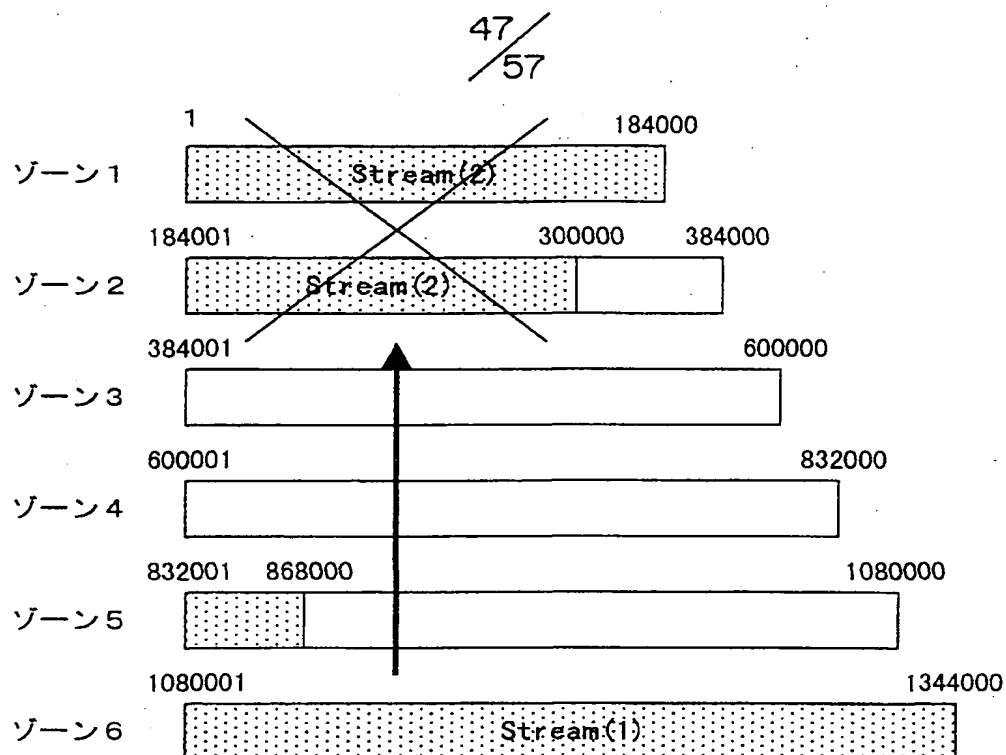


図 4 8

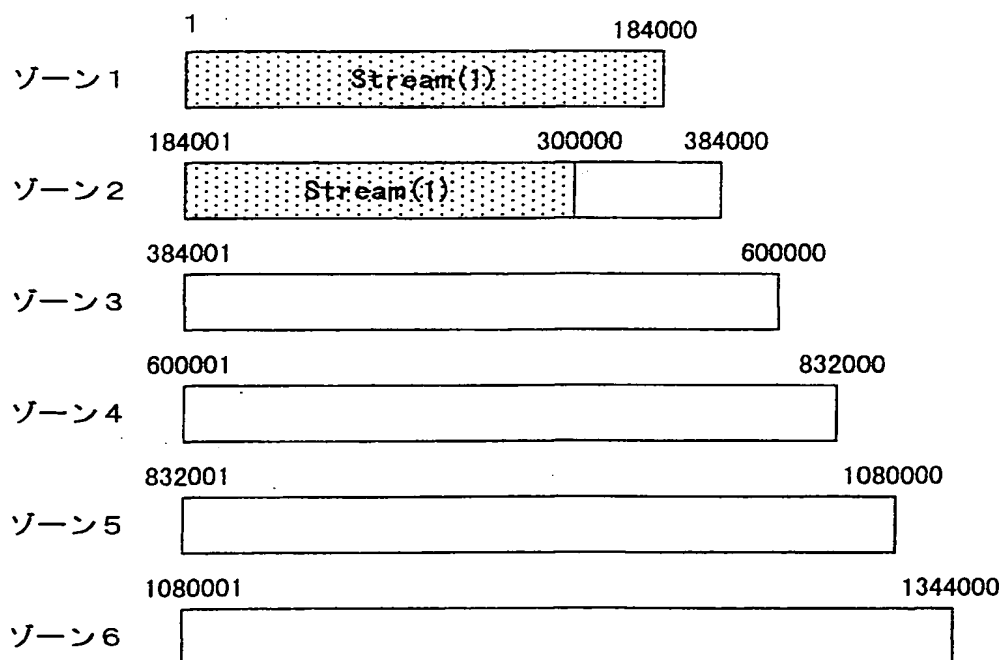


図 4 9

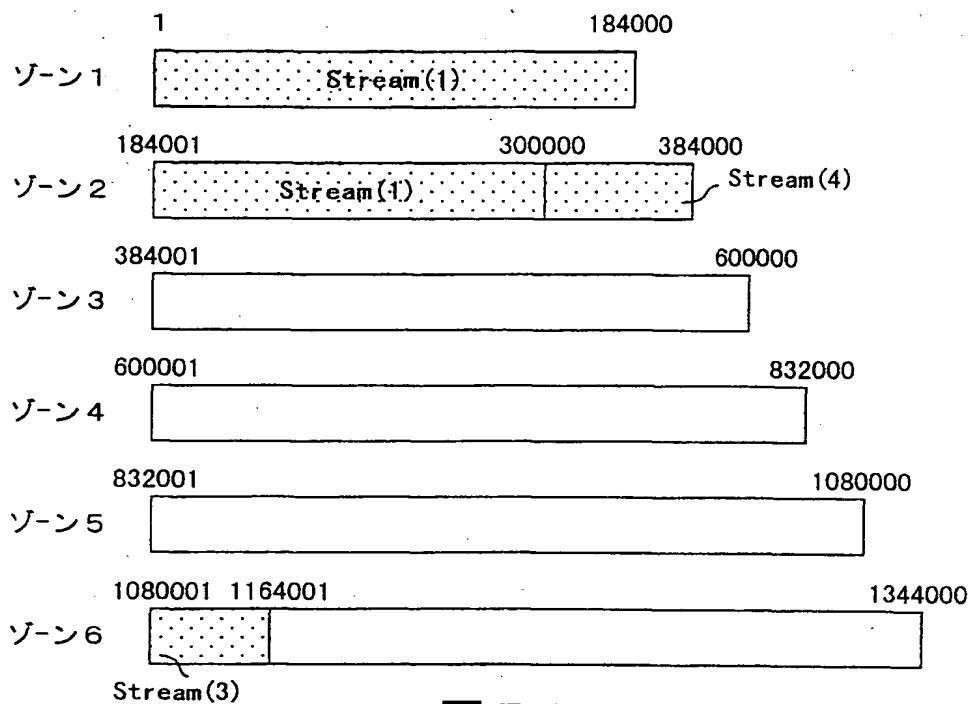
48/  
57

図 5 0

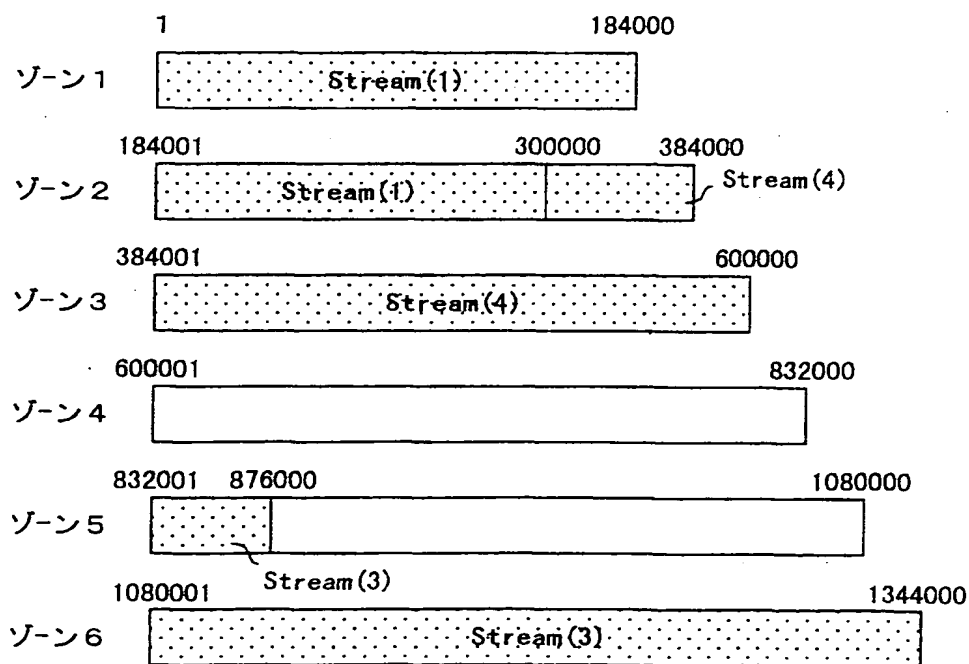


図 5 1



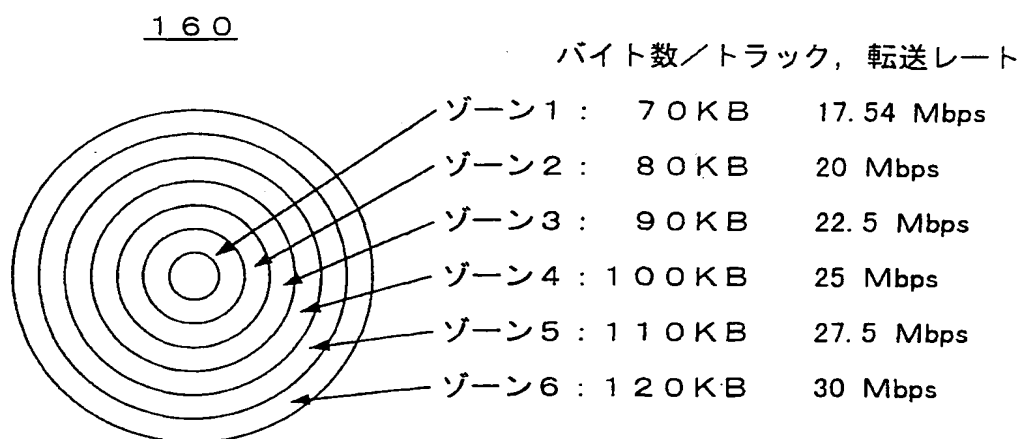
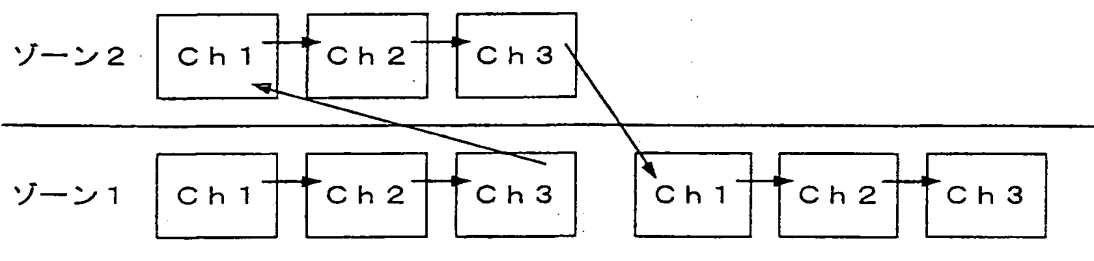
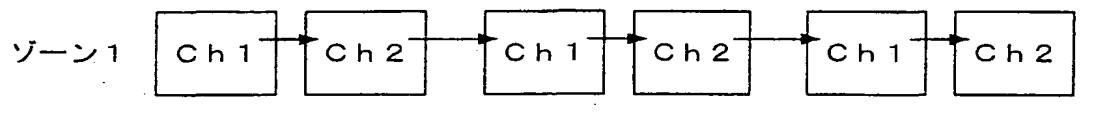
$\frac{49}{57}$ 

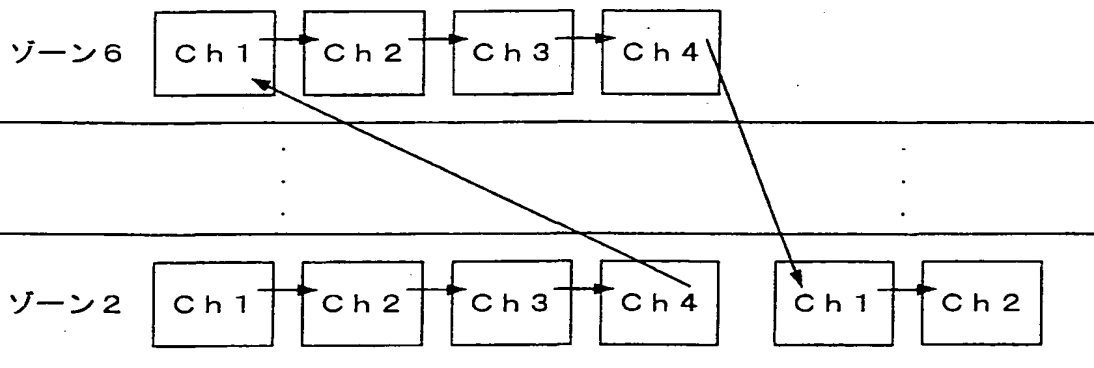
図 5 2

50/  
57ステップ1 : ゾーン1とゾーン2に分散させて記録 ←  $(17.5 + 20)/2 > 18$ 

(a)

ステップ2 : ゾーン1に記録 ←  $17.5 > 12$ 

(b)

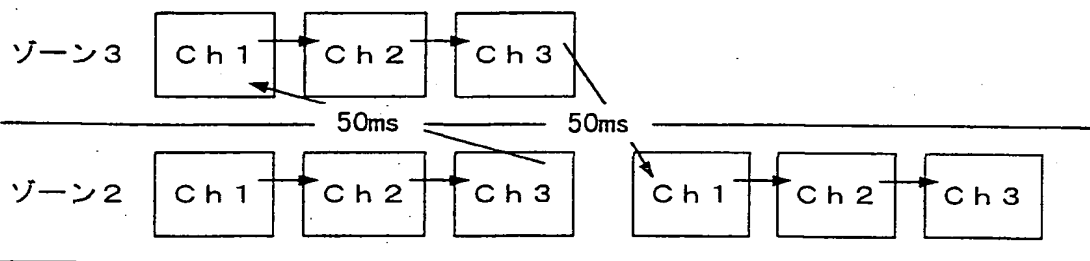
ステップ3 : ゾーン2とゾーン6に分散させて記録 ←  $(20 + 30)/2 > 24$ 

(c)

図 5 3

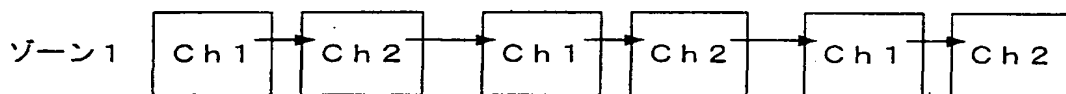
$$\frac{51}{57}$$

ステップ1 : ゾーン2とゾーン3に分散させて記録 ←  $(20 + 22.5) \times 0.9/2 > 18$



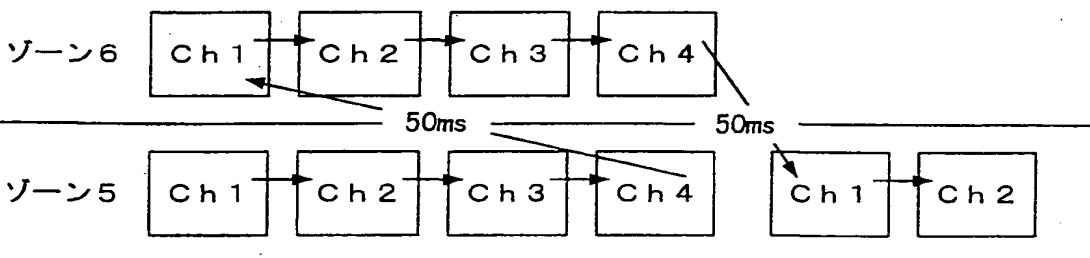
(a)

ステップ2 : ゾーン1に記録 ←  $17.5 > 12$



(b)

ステップ3 : ゾーン5とゾーン6に分散させて記録 ←  $(27.5 + 30) \times 0.9/2 > 24$

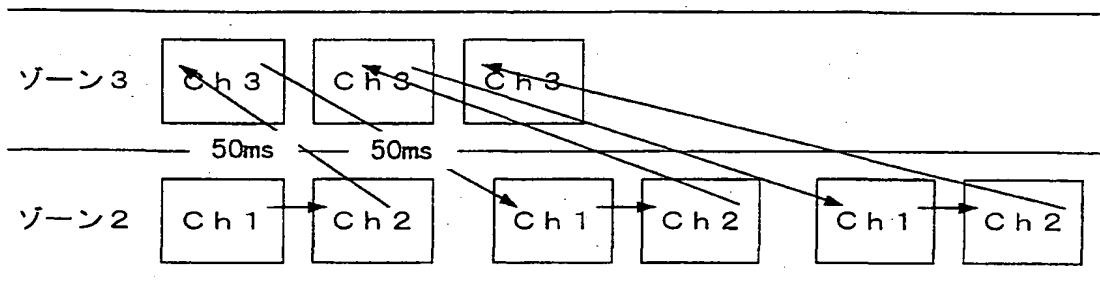


(c)

図54

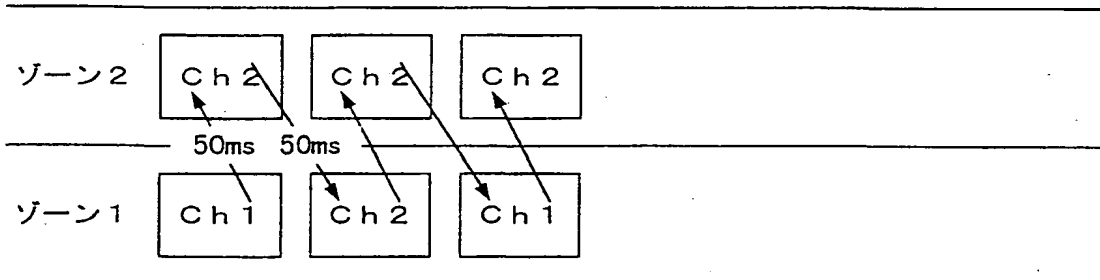
52/  
57

ステップ1 : ゾーン2とゾーン3に分散させて記録 ←  $(20 + 2/3 + 22.5 \times 1/3) \times 0.9 > 18$   
1chと2chを交互に分散させる



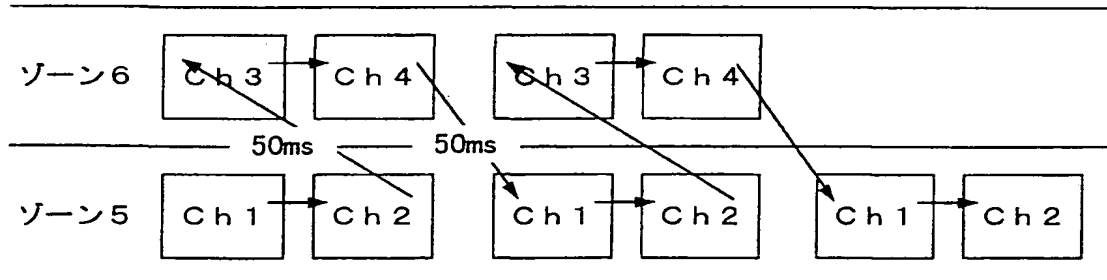
(a)

ステップ2 : ゾーン1とゾーン2に記録 ←  $17.5/2 + 20/2 \times 0.9 > 12$



(b)

ステップ3 : ゾーン5とゾーン6に分散させて記録 ←  $(27.5 \times 2/4 + 30 \times 2/4) \times 0.9 > 24$   
2chずつを交互に分散させる



(c)

図 5 5

53/57

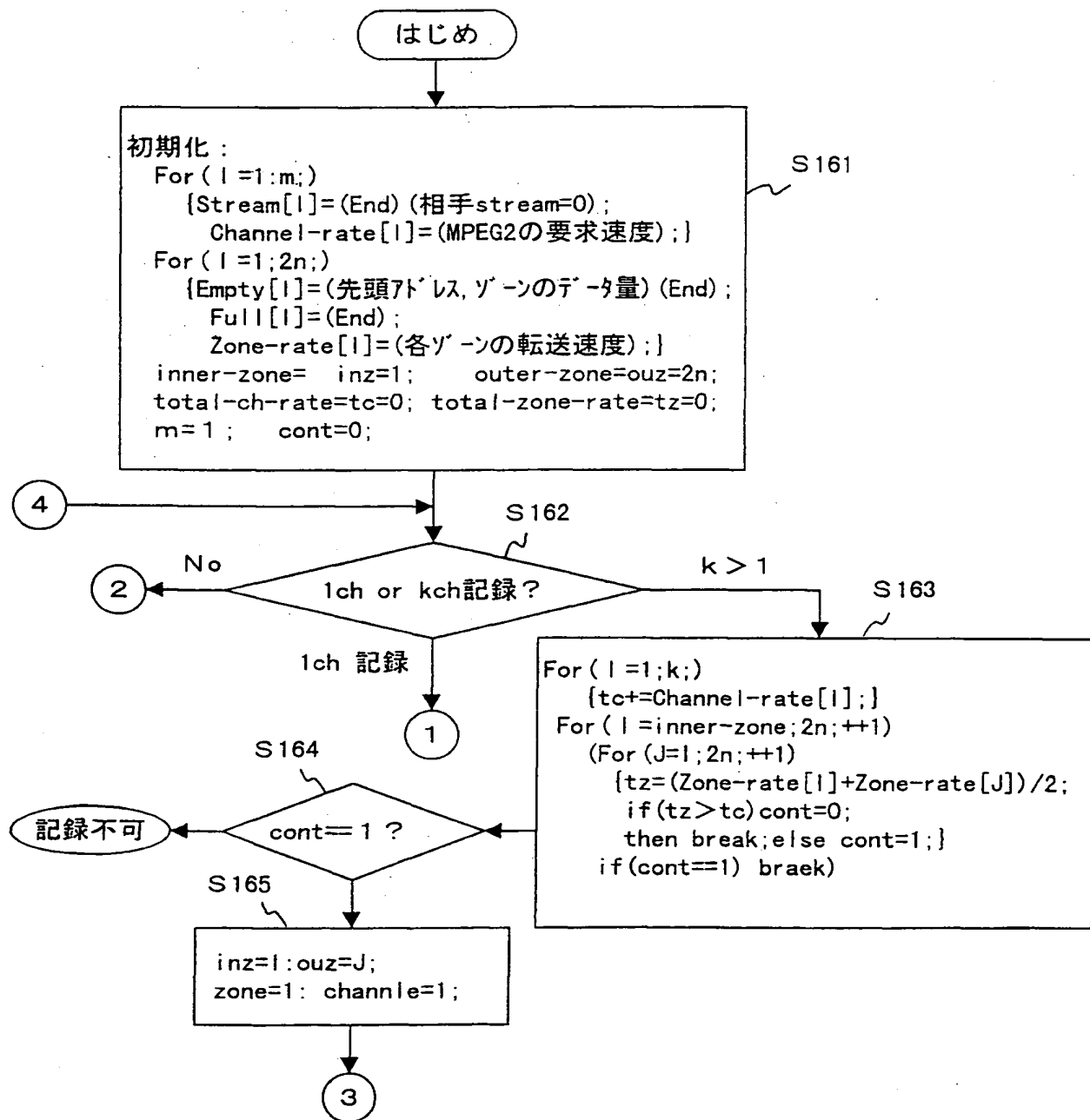


図 5 6

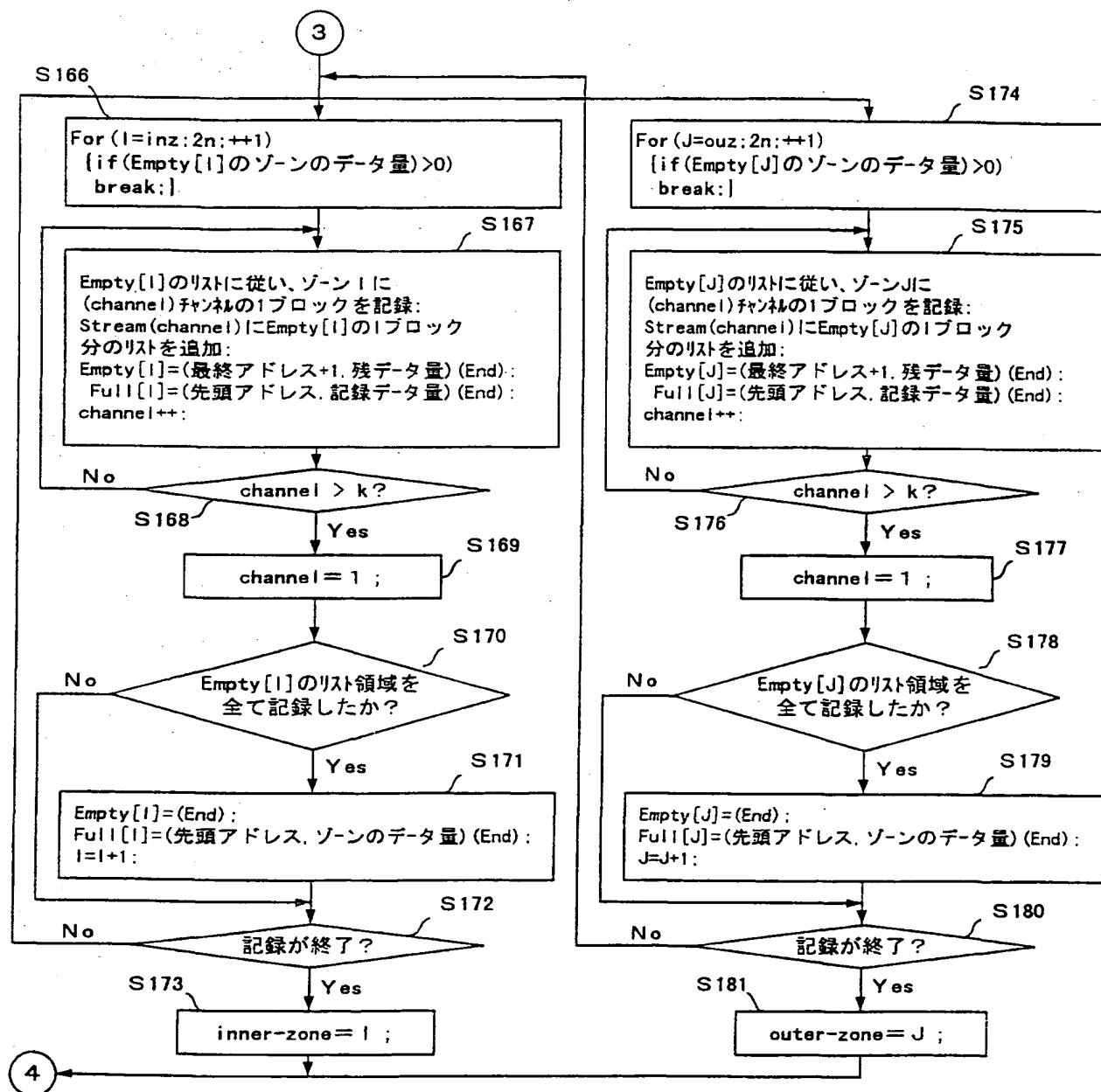
54/  
57

図 5 7

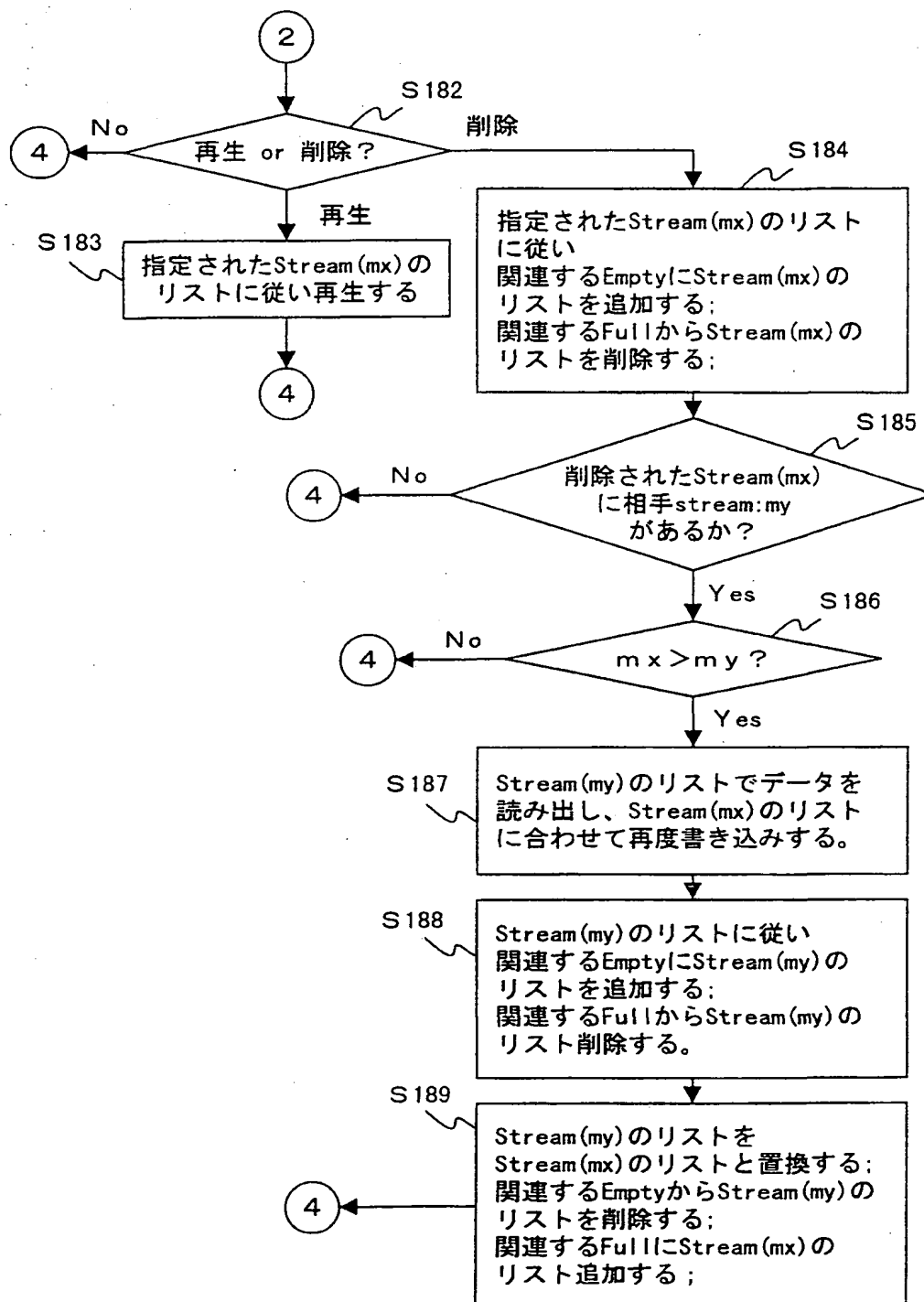
55/  
57

図 5 8

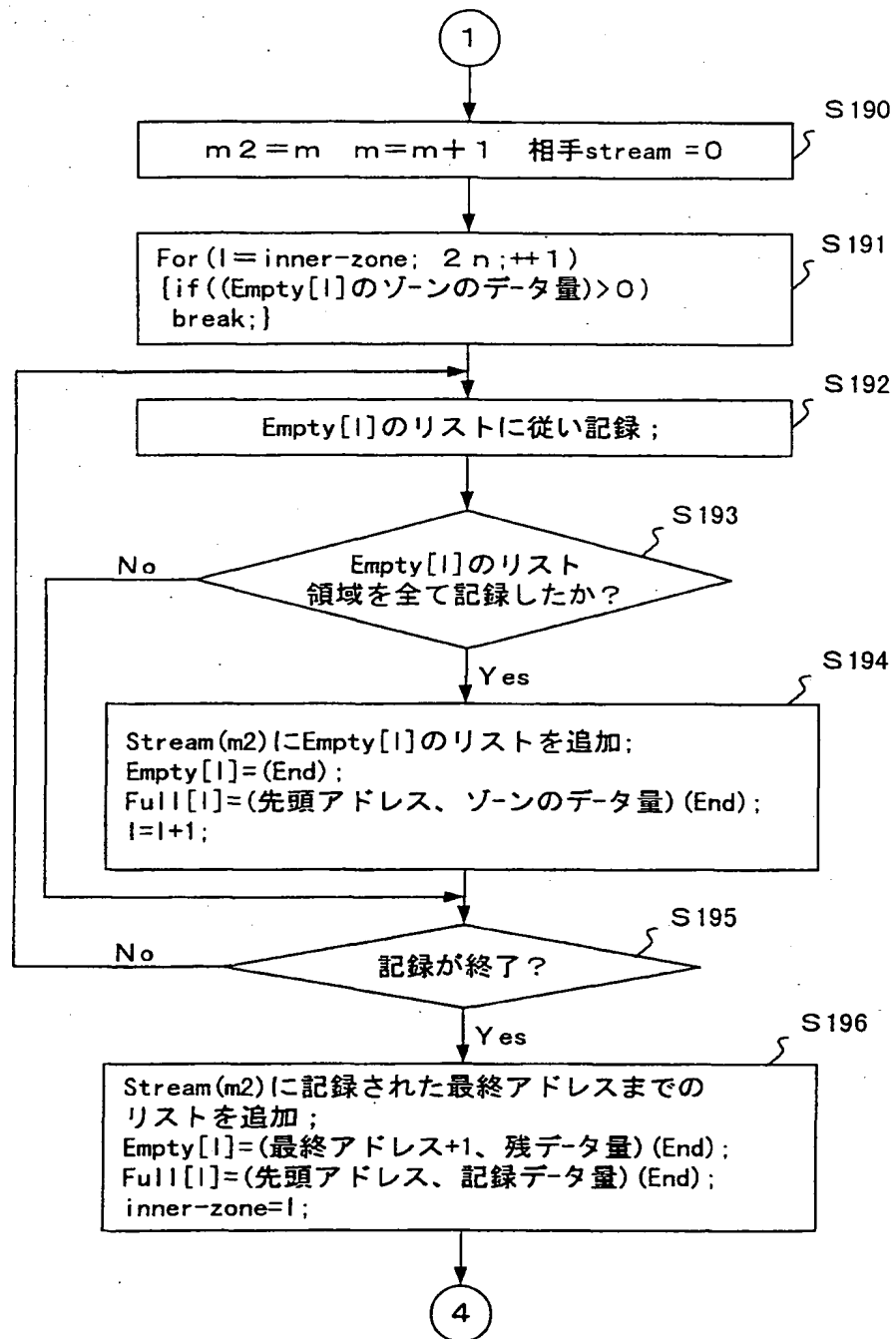
56/  
57

図 5 9



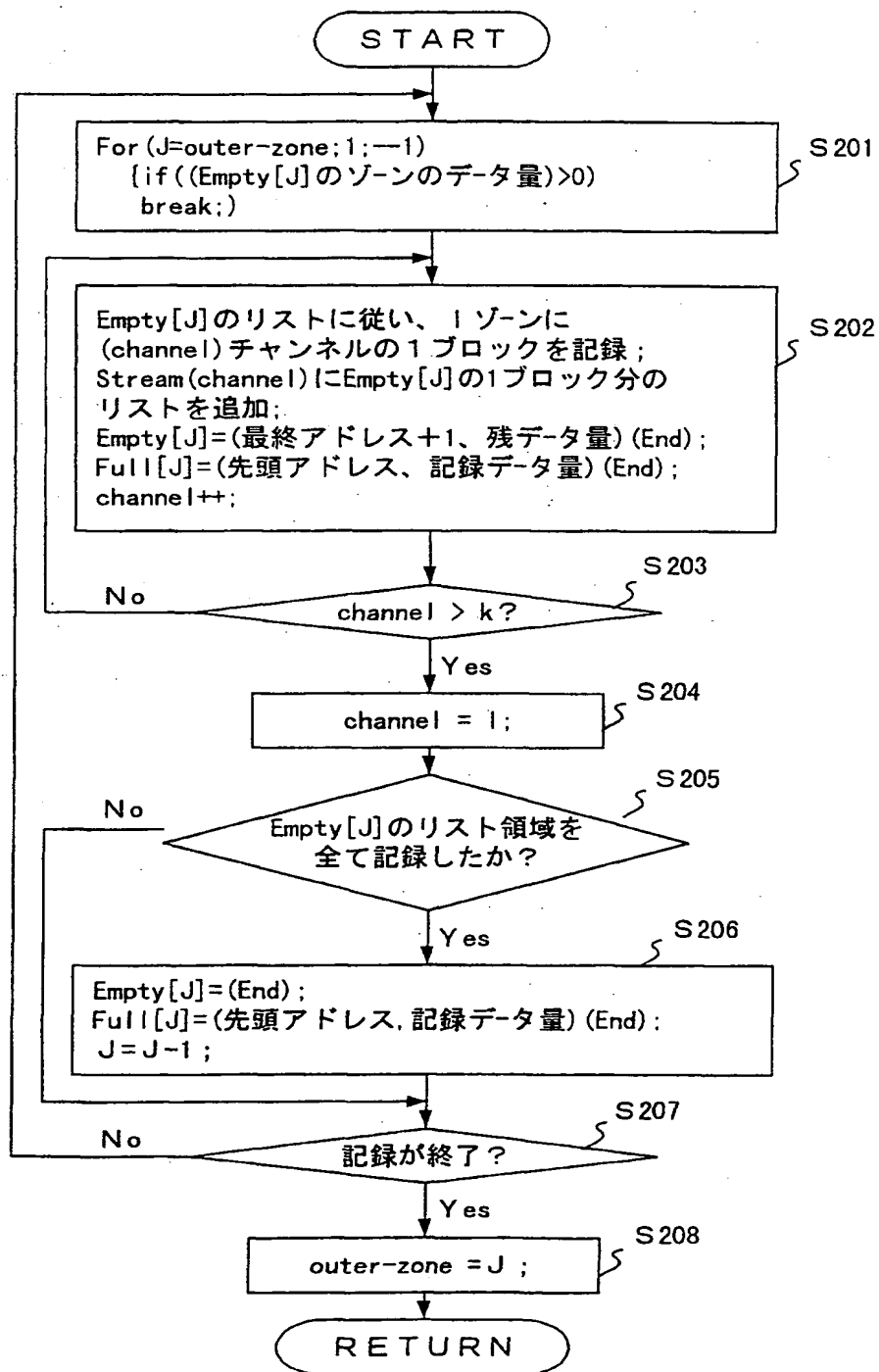
57/  
57

図 60

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/05679

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G06F13/10, 340, 3/06, 302, H04N5/85, G11B20/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G06F13/10, 340, 3/06, 302, H04N5/85, G11B20/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-1999	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	Nikkei Electronics, 07 November, 1994, (07.11.94), "Searching for the HDD Control System Suitable for Multi-media", p.169-178	1,8,10 2-7,9,11-27
A	US, 5717641, A (Victor Company of Japan, Limited), 10 February, 1998 (10.02.98) & JP, 9-46691, A & EP, 759677, A	1-27
X A	JP, 9-330566, A (Hitachi, Ltd.), 22 December, 1997 (22.12.97) (Family: none)	12,19,23 1-11,13-18,20- 22,24-27
X A	JP, 9-91879, A (Hitachi, Ltd.), 04 April, 1997 (04.04.97) (Family: none)	13,20,24 1-12,14-19,21- 23,25-27
Y A	EP, 798710, A (Toshiba Corporation), 01 October, 1997 (01.10.97) & JP, 9-259537, A & US, 5914928, A	14,21,25 1-13,15-20,22- 24,26,27
Y	JP, 10-214455, A (Hitachi, Ltd.),	14,21,25

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
11 January, 2000 (11.01.00)Date of mailing of the international search report  
25 January, 2000 (25.01.00)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/05679

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	11 August, 1998 (11.08.98) (Family: none)	1-13, 15-20, 22-24, 26, 27
X	EP, 701251, A (Canon Inc.),	15, 18, 22, 26
Y	13 March, 1996 (13.03.96)	16, 27
A	& JP, 8-203142, A & US, 5818811, A	1-14, 17, 19-21, 23-25
Y	EP, 827139, A (Sharp Corporation),	15, 16, 18,
A	04 March, 1998 (04.03.98),	22, 26, 27
	& JP, 10-124879	1-14, 17, 19-21, 23-25

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 99/05679

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int Cl <sup>7</sup> G 06 F 13/10, 340, 3/06, 302, H 04 N 5/85, G 11 B 20/10		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int Cl <sup>7</sup> G 06 F 13/10, 340, 3/06, 302, H 04 N 5/85, G 11 B 20/10		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-1999年 日本国登録実用新案公報 1994-1999年 日本国実用新案登録公報 1996-1999年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	日経エレクトロニクス、1994年11月7日号、7. 11月. 1994 (07. 11. 94) 「マルチメディアに適したHDDの 制御方式を探る」 p. 169-178	1, 8, 10 2-7, 9, 11-27
A	US, 5 717 641, A (日本ビクター株式会社) 10. 2 月. 1998 (10. 02. 98) & JP, 9-46691, A & EP, 7 596 77, A	1-27
X A	JP, 9-330566, A (株式会社日立製作所) 22. 12 月. 1997 (22. 12. 97) (ファミリーなし)	12, 19, 23 1-11, 13-18, 20-22, 24-27
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 11. 01. 00	国際調査報告の発送日 25.01.00	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 重田 尚郎	5 R 9298
電話番号 03-3581-1101 内線 3565		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	J P, 9-91879, A (株式会社日立製作所) 4. 4月. 1997 (04. 04. 97) (ファミリーなし)	13, 20, 24 1-12, 14-19, 21-23, 25-27
Y A	EP, 798710, A (株式会社東芝) 1. 10月. 1997 (01. 10. 97) & J P, 9-259537, A&US, 5914928, A	14, 21, 25 1-13, 15-20, 22-24, 26, 27
Y A	J P, 10-214455, A (株式会社日立製作所) 11. 8月. 1998 (11. 08. 98) (ファミリーなし)	14, 21, 25 1-13, 15-20, 22-24, 26, 27
X Y A	EP, 701251, A (キャノン株式会社) 13. 3月. 1996 (13. 03. 96) & J P, 8-203142, A&US, 5818811, A	15, 18, 22, 26 16, 27 1-14, 17, 19-21, 23-25
Y  A	EP, 827139, A (シャープ株式会社) 4. 3月. 1998 (04. 03. 98) & J P, 10-124879	15, 16, 18, 22, 26, 27 1-14, 17, 19-21, 23-25

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau



(43) International Publication Date  
8 August 2002 (08.08.2002)

PCT

(10) International Publication Number  
WO 02/062061 A1

(51) International Patent Classification<sup>7</sup>: H04N 5/93

(21) International Application Number: PCT/US01/47062

(22) International Filing Date:  
5 November 2001 (05.11.2001)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:  
09/717,980 21 November 2000 (21.11.2000) US

(71) Applicant and

(72) Inventor: MELBY, Alan, K. [US/US]; 1223 Aspen Avenue, Provo, UT 84604 (US).

(74) Agent: NICHOLS, Steven, L.; Suite 150, River Park Corporate Center One, 10653 S. River Front Parkway, South Jordan, UT 84095 (US).

(81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU,

CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

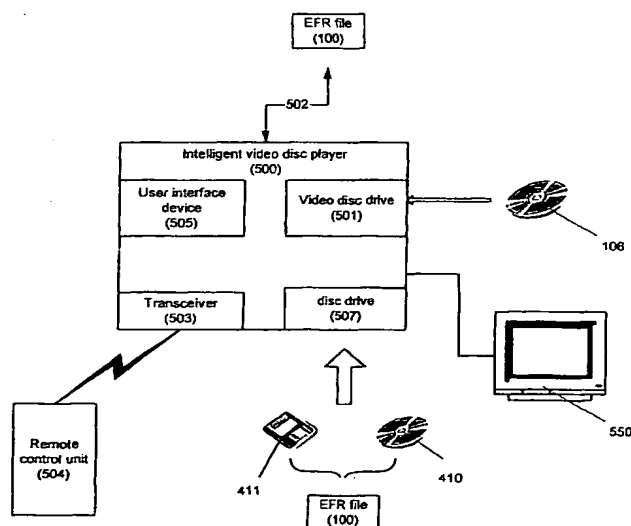
(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Published:**

- with international search report
- before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR CONTROLLING AND ENHANCING THE PLAYBACK OF RECORDED AUDIO-VISUAL PROGRAMMING



(57) Abstract: A system for controlling playback of a video program recorded on an optical disc or other recording medium uses an electronic data file (100) that is independent of, but corresponds to, the video program recorded on the recording medium (106). The electronic data file provides a hierarchical segmentation of the video program and associates supplemental information with various segments of the video program. Consequently, the user can access the supplemental information to learn more about that segment of the video program or screen that segment for potentially objectionable content. The user may also edit the playlist of segments in the electronic data file to control the playback of the video program.



WO 02/062061 A1

## TITLE OF THE INVENTION

Method and System for Controlling and Enhancing the Playback of  
Recorded Audiovisual Programming

## 5 FIELD OF THE INVENTION

The present invention relates to the field of video recording and playback.  
More specifically, the present invention relates to the field of prepared video  
productions for educational and entertainment use. The present invention  
encompasses a novel software package for controlling and enhancing the playback  
10 of a pre-recorded video program, where the software package allows the viewer to  
edit the playback of the video program for selected content, access supplemental  
information about the program content and monitor the effect of the editing  
decisions on the playback of the program.

## 15 BACKGROUND OF THE INVENTION

Television and cinema provide a vast array of available video  
programming. By watching a television broadcast or attending a film showing, a  
viewer can experience almost any type of video programming he or she desires.  
Additionally, in order to make such video programming even more accessible to  
20 viewers, such video programming may be recorded on such media as video  
cassettes or optical discs for playback using an appropriate recording and playback  
device at the viewer's convenience.

Being able to play back a recorded video program also provides the viewer  
with greater control over how that video program is viewed. For example, if a  
25 viewer wishes to replay a portion of the video program, he or she may do so using  
the playback device. Similarly, if the viewer wishes to skip over a portion of the  
video program he or she may fast forward through the program using the playback  
device.

If the video programming is on an optical disc, such as a CD-ROM, laser disc or Digital Video(Versatile) Disc ("DVD"), the reader of the playback device can quickly access any portion of the video program. If the optical disc playback device is incorporated into a computer, for example, and controlled by the  
5 computer, the user may specify what portions of the video program and in what order those portions should be played by the playback device.

For example, U.S. Patent No. 5,109,482 to Bohrman discloses a video playback and control system in which the viewer may access all the frames in a recorded video program, and specify segments of the program by a starting and  
10 ending video frame such that only those segments specified by the viewer are replayed. Moreover, the viewer may indicate the order in which segments are to be replayed and associate with each segment textual comments relating to the segment.

Similarly, U.S. Patent No. 5,434,678 to Abecassis discloses a system for  
15 controlling the playback of a video program in which segments of the program are specified and rated as to potentially objectionable subject matter they contain. Using a computer or other user interface device for controlling playback under the principles of the Abecassis system, the user specifies a rating for categories of potentially objectionable subject matter above which the viewer does not wish to  
20 see rated material. The video program, as recorded, contains alternative sequences and video segments which have various ratings of potentially objectionable content contained therein. The playback device will then automatically select and substitute those segments of the video program which match the preferences established by the user for objectionable content in the replay of the video  
25 program.

While systems such as those disclosed by Bohrman and Abecassis provide viewers with a great deal of control over the playback and content of a recorded video program, they fail to allow the viewer to monitor the impact such editing has



on the video program. Consequently, there is a need in the art for an improved video playback control system which allows the viewer great flexibility in controlling potentially objectionable content in a video program, but also allows the viewer to monitor the impact any editing has on the video program.

5           Additionally, the prior art systems generally require that any supplemental information or commentary regarding the various scenes of the video program be input by the user or recorded on the same medium as the video program. Consequently, there is a need in the art for a more flexible way of providing a user with supplemental information about the segments and segment content of a  
10           recorded video program, particularly where no such information was originally included on the same recording medium as the video program.

          In connection with these aspects of the art, the prior art systems present the recorded video program and any divisions thereof in a flat, linear list. Consequently, there is a need in the art for a method and system of better  
15           organizing a structure associated with a recorded video program to permit more rapid and easy navigation by the user among the segments of the program and any information associated therewith.

          Other systems related to the use of video programming have addressed the desire of viewers to edit out objectionable content. One such device is a program  
20           for dynamically editing the content of a video program which is broadcast to the viewer's television set. In these systems, a signal which indicates the presence potentially objectionable subject matter in each segment of the broadcast program is included in the broadcast signal in a field which is also used for carrying close-captioned text for the video program. The system then monitors this signal  
25           from the close-captioning field and compares the objectionable nature of the program as indicated by the incoming signal with a preset preference provided by the user that defines a rating above which programming content should be avoided. When the signal from the closed-captioning field of the video broadcast signal

indicates material in conflict with the preference setting provided by the user, the system may appropriately mute the audio or blank the video output to remove the objectionable content from the video program.

5 This system, unfortunately, only works if the appropriate rating information is provided in the closed-captioning portion of the video programming signal. If this is not the case the system will have no ability to edit the programming according to the desires of the user. Moreover, this system must simply divide potentially objectionable subject matter into relatively broad categories which can then be selected or refused by the user. The user has very little control to precisely  
10 define what he or she may consider objectionable and remove only that material from the video program. Finally, the use of video rating information in the closed-captioning portion of the video signal requires additional processing of the signal by the receiver and playback equipment and prevents the full use of that portion of the signal for closed-captioning or other information that may be carried  
15 there.

Consequently, there is a need in the art for an improved method and system of allowing a user to remove those scenes or audio portions of a video program which that user finds objectionable. There is a further need in the art for such a system to allow the user great flexibility in determining precisely that subject  
20 matter which he or she finds objectionable and removing only that subject matter from the video program.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention meets the above-described needs and others.  
25 Additional advantages and novel features of the invention will be set forth in the description which follows or may be learned by those skilled in the art through reading these materials or practicing the invention. The advantages of the invention may be achieved through the means recited in the attached claims.

In summary, the present invention may be embodied and described as a novel video playback system for playing back a video program recorded on an optical disc or other recording medium. This system includes a video playback device connected to a reader for reading the video program stored on the recording medium, the reader being controlled by the video playback device. The video playback device controls playback of the video program in accordance with a user-editable electronic data file existing in the video playback device independent of data recorded on the recording medium.

The electronic data file includes a user-editable playlist that specifies a division of the segments of the video program as recorded on the recording medium. The electronic data file preferably also includes supplemental information associated with the specified segments of the video program.

The video playback device also preferably includes a user interface including a display device on which the playlist is displayed. The displayed playlist provides a listing of the segments of the video program and may also provide a coding system that indicates what types of the supplemental information are associated with each segment. The playback device can then access and display the supplemental information under control of a user operating the user interface.

Using the user interface, the user can also make changes to the playlist. The playback device records the changes to the playlist made by the user through the user interface. Thus, the electronic data file may include an original and an edited playlist.

The electronic data file may also provide a description of each of a number of audio segments of the video program. The user can edit the playlist to remove any of the audio segments from the playlist so that the removed audio segment is omitted from a playback of the video program. The playback device also records

such deletions of audio segments from the playlist in the edited playlist of the electronic data file.

The system may also preferably generate a statistical analysis of characteristics of the video program as played back in accordance with the edited  
5 playlist. This analysis may be conducted directly on the edited playlist or in comparison with an unedited version of the playlist. This analysis will provide such data as the running time of the edited program, damage to the plot of the program arising from the editing and types of supplemental information associated with remaining video segments.

10 The present invention also encompasses the methods of making and operating the system described above and the method of generating the electronic data file described above. For example, the present invention encompasses the method of controlling and enhancing playback of a video program recorded on an optical disc or other recording medium by controlling playback of the video  
15 program with a video playback device in accordance with a user-editable electronic data file existing in the video playback device independent of data recorded on the recording medium.

The present invention also encompasses the method of providing an electronic data file for use in controlling playback of a corresponding video  
20 program recorded on an optical disc or other recording medium. This method includes dividing the video program as recorded on the recording medium into a hierarchy of segments; and storing the hierarchy in an electronic data file independent of data recorded on the recording medium. This method, consistent with the description above, may also include the addition of supplemental  
25 information stored in the electronic data file and associated with various video segments.

The present invention also encompasses a method of doing business in which customers are provided with a means for controlling and supplementing

5 playback of a video program recorded on a recording medium. This method includes selling an electronic data file that corresponds to the video program on the recording medium, where the electronic data file includes a user-editable playlist that divides the video program into video segments and includes supplemental information associated with one or more of the video segments. This data file, as described above, is usable to control playback of the video program on a video playback device.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

10 The accompanying drawings illustrate the present invention and are a part of the specification. Together with the following description, the drawings demonstrate and explain the principles of the present invention.

Fig. 1 is diagram of a system according to the present invention for producing a multi-platform file that supplements and facilitates editing of a pre-recorded video program.

Fig. 2 is a flowchart illustrating the operation of the software of the system of Fig. 1.

Fig. 3 is a diagram of the content of a pre-recorded video program and the hierarchical structure of that content according to the multi-platform file of the present invention.

Fig. 3a is a diagram of a second division of the content of a pre-recorded video program and the hierarchical structure of that content according to the multi-platform file of the present invention.

Fig. 4 is a diagram of a video program playback system according to the present invention.

Fig. 5 is a diagram of a second embodiment of a video program playback system according to the present invention.

Fig. 6 is an illustration of the editing system, multi-platform file and playback devices of the present invention.

Fig. 7 is a flowchart illustrating the operation of the software of the playback system of Figs. 4-6 according to the present invention.

5 Fig. 7a is an illustration of a hierarchical tree of the playlist of the present invention.

Fig. 8 is a diagram of additional divisions of the content of the pre-recorded video program for supporting the audio editing features of the present invention.

10 Fig. 9 is a flowchart illustrating an additional analysis feature of the software of the present invention.

#### DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

The present invention provides a method and system for controlling and enhancing the playback of recorded audiovisual programming. More specifically,  
15 the present invention provides systems for generating and using an electronic data file that divides the recorded audiovisual program into segments and provides supplemental information about the various segments of the program. This electronic data file can be used by a number of different playback platforms and allows the user to easily edit the playback of the program for appropriate content  
20 and access supplemental information about program segments.

Fig. 1 illustrates a system according to the present invention for generating the multi-platform data file that corresponds to and supplements a recorded video program. This file is referred to herein as an Electronic Film Review or "EFR" file.

25 As shown in Fig. 1, the system of the present invention for generating an EFR (100) preferably includes a computer (108) with an optical disc drive (107). As will be understood by those skilled in the art, the principles of the present invention can be applied to recorded video programming that is recorded on, for

example, a CD-ROM, a laser disc or a Digital Video(or Versatile) Disc ("DVD"). The term "optical disc" will be used to refer generally to these and any equivalent video storage media.

5 The invention may also be applied to a recorded video program stored on other data storage media including, but not limited to, a magnetic disc, a magneto-optical disc, or semiconductor memory. The term "recording medium" will be used herein to refer to all such recording media on which a video program can be recorded, including, but not limited to, optical discs, magnetic and magneto-optical discs, and semiconductor memory unit.

10 The computer (108) preferably includes a modem and connection (102) to the Internet or World Wide Web (101). Consequently, the EFR may be sold and distributed over the Internet (101).

15 The computer (108) also has a monitor (103) on which the video program, recorded on the optical disc (106) and retrieved by the optical disc drive (107), is shown. With user input devices, such as the keyboard (104) and mouse (105), a user can divide the recorded video programming into a hierarchy of segments. Additional data can then be associated with each segment which supplements the segment, describes the segment or identifies potentially objectionable subject matter in the segment. As used herein, a "segment" refers to any specified portion  
20 of the recorded video program at any hierarchical level, including the entire video program.

The divisions of the video programming into segments and the additional information associated with each segment are written to an EFR file (100) which exists independently of the programming recorded on the disc (106). The EFR file  
25 (100) is preferably written in a multi-platform markup language, such as Extensible Markup Language (XML) using Unicode to encode the characters.

The creation of the EFR (100) is done using a video software package running on the computer (108). Fig. 2 is a flowchart of this software package and

illustrates the method of creating an EFR (100) under the principles of the present invention.

As shown in Fig. 2, the optical disc drive, under control of the video software package, reads the data for the video program from the optical disc (201).

5 The program, under control of the user, is then displayed on the monitor of the computer. The video program consists of a series of frames, still images, that are displayed in rapid succession to give the illusion of motion. The user can specify a video segment by indicating a starting frame and an ending frame. Each frame may be numbered to facilitate selection and identification by a user who is  
10 defining video segments.

As the user defines video segments (203), the segment parameters, i.e., an identification of the frames that begin, end and are included in the segment are written to the EFR file (204). After a segment is identified, the user may provide additional data associated with any of the segments (205). This information may  
15 be background or critical information about the film or the particular segment, cultural or linguistic information about the segment, a synopsis of the segment, an identification of potentially objectionable content in the segment, a rating of the importance of the segment to the plot of the program, etc. Any information the user wishes to associate with that segment may be input (205), including numeric  
20 values or alphanumeric codes that characterize aspects of the segment. The user may also designate various types or categories of such additional information. This additional data is then written to the EFR (100). All such information, whether graphic, textual, animated, etc., is referred to herein as "supplemental information."

25 This process continues until the user has finished (207), i.e., has defined all the video segments desired and entered all the desired supplemental information. When the process is finished, the software completes the EFR file (208), which



includes the divisions of the video programming and all the supplemental data provided by the user.

Fig. 3 illustrates in more detail the hierarchical division of the video program written to the EFR (100). The example illustrated in Fig. 3 is that of a DVD (320). When manufactured, the DVD (320) already includes some division of the recorded programming into various segments. As shown in Fig. 3, the material on a DVD is generally divided into a preview section (302), a main segment consisting of the video program (301) and a trailer segment (303) which may include out-takes from the video program, director's notes or comments, behind the scenes footage, explanations of how the film was made, etc. The video program's main segment (301) is usually divided in to a number of chapters (304). Consequently, when a user plays a commercial DVD, he or she can choose to watch a preview, a trailer or the main program and, within the main program (301), can select a particular chapter (304) at which to start watching. Thus, box (330) indicates the hierarchical structure provided on a conventional DVD.

Box (331), however, illustrates additional hierarchical structure and divisions of the main program (301) provided in the EFR (100) of the present invention. Each of these segments is preferably defined by identifying a first and last frame for that segment. The hierarchical structure is for the convenience of the user in navigating through the defined segments of the program (301). As shown in Box (331), each chapter (304) is divided into a number of scenes (305). Each scene (305) is divided into a number of sub-scene segments (306). Finally, each sub-scene (306) is divided into a number of clips (307). As used herein, the term "clips" refers generally to segments of the video program at the bottom level of the hierarchy illustrated in Fig. 3. The divisions between the preview (302), main segment (301) and trailer (303), and between the chapters (304) in the main segment (301) may also be written into the EFR (100).

The user may choose to provide supplemental information for any segment (304-307) at any hierarchical level in the system (331). However, information supplementing each clip (307) is preferred and gives the user the most detailed information and control over the video program (301).

5 Fig. 3a illustrates a second embodiment of the hierarchical structure of the segmentation of the video program. According to the principles of the present invention, there may be more than one hierarchical structure dividing a recorded video program, with all alternate hierarchical structures being stored in the EFR (100). As shown in Fig. 3a, a chapter (304) may have a first hierarchical structure  
10 of segments (331) as illustrated and described in Fig. 3. The same chapter (304) may also have a second hierarchical structure of segments (331a) that divides the chapter in a different way.

One segmentation scheme (e.g., 331) may be best suited to editing the video program for presentation in an educational context. The alternative  
15 segmentation scheme (e.g., 331a) may be best suited to editing the video program for entertainment use. Consequently, two or more alternate segment hierarchies may be produced and include in the EFR (100) of the present invention.

Fig. 4 illustrates a system according to the present invention for using an EFR (100) to support and control the playback of the corresponding video  
20 programming. The exemplary system of Fig. 4 includes a computer (408) which includes an optical disc drive (107), e.g., a DVD drive, for playing back video programming recorded on an optical disc (106), e.g., a DVD. The video programming from the disc (106) is displayed on a monitor (403) of the computer (408). As will be understood by those skilled in the art, the computer (408) may  
25 be, for example, a desk-top computer, a lap-top computer, a server or other computer system. The computer (408) is controlled through its user interface, e.g., the keyboard (104), mouse (105) and display (103).

Under the principles of the present invention, the user of the optical disc (106) will also want to acquire an EFR file (100) that corresponds to the programming on the optical disc (106), i.e., the EFR (100) delineates a hierarchical structure of segments of the video program on the disc (106), such as that shown in Fig. 3, and provides supplemental information about various segments of the video program recorded on that disc. As will be described in detail below, a video playback software package running on the computer (408) will use the data from the EFR (100) to enhance the user's enjoyment of the programming on the disc (106) and allow the user to better control the playback of that programming.

The EFR file (100) may be provided to the computer (408) in any of a number of ways. As illustrated in Fig. 4, the EFR file (100) may be transmitted to the computer (408) via the Internet (101) and connection (102). Alternatively, the EFR file (100) may be recorded on some medium readable by the computer (408). For example, the EFR file (100) may be recorded on a floppy disc (411) or CD-ROM (410) from which the EFR file (100) can be read into the computer (408).

Fig. 5 illustrates an alternative playback platform under the principles of the present invention. As shown in Fig. 5, the playback device for the optical disc (106) may be an intelligent video disc player (500). As used herein, the term "intelligent video disc player" refers to a playback device for reading video programming from an optical disc, which playback device operates under the control of a software package that accepts and utilizes an EFR file (100) to enhance the user's enjoyment and control of the playback of the programming on the disc (106).

The intelligent video disc player (500) shown in Fig. 5 includes a video disc drive (501) that can read video programming from a video disc and output that programming to a connected television set or monitor (550). The player (500) also preferably includes a user interface device (505), such as a keypad and display on the housing of the player (500), with which the user can control the player

(500). The user interface device (505) is preferably supplemented by a remote control unit (405) which communicates wirelessly with a transceiver (503) in the intelligent player (500).

5       The EFR file (100) may be delivered into the player (500) in any of a number of ways. Similar to the computer system described above in Fig. 4, the intelligent player (500) may have a connection (502) to an external network, such as the Internet or a cable television system. This connection (502) may be used to transmit an EFR file (100) to the player (500). Alternatively, the player (500) may include a disc drive (507) which can accept a floppy disc (411) or CD-ROM (410)  
10       bearing an EFR file (100). In yet another alternative, the video disc driver (501) may be able to read a CD or CD-ROM and may read an EFR file (100) from such a disc prior to accepting the optical disc (106) from which the corresponding video program is read.

15       Fig. 6 illustrates the important principle that the EFR file (100), generated on the system (108) illustrated in Fig. 1, can be accepted and used by a number of playback platforms (601). Examples of potential playback platforms (601) include, but are not limited to, a personal computer with a DVD drive, an Apple® computer, an intelligent DVD player, a Sony® Playstation2 or a Microsoft® Xbox.

20       Fig. 7 is a flowchart detailing the playback software package of the present invention that accepts and utilizes an EFR file (100). As noted above, this software package may be adapted to run on any playback platform with appropriate modification. This adaptation does not affect the package's ability to accept and utilize any EFR file (100). This is due, in the preferred embodiment, to  
25       the fact that the EFR file (100) is an XML file.

As shown in Fig. 7, the playback platform running the playback software package of the present invention (e.g., 408) will display a playlist using the data from the EFR (100). The playlist is a hierarchical listing of the divisions of the

video program illustrated in Fig. 3. Because this data is stored in the EFR (100), the playlist may be reviewed and edited with or without the corresponding optical disc (320).

Preferably, the playlist is displayed using a tree structure as shown in Fig. 7a. With the tree structure, the user can expand or close any branch of the hierarchy that the user wishes to see or work with. As shown in Fig. 7a, the user interface of the software package diagramed in Fig. 7 preferably displays the playlist (750) as a listing of divisions of the video program on the optical disc. Below each listed segment, an indented listing of the subdivisions of that segment can be accessed by selecting the icon (753, 754) associated with the listing for that segment.

As shown in Fig. 7a, the listing for the "Main Segment" has a "boxed minus" icon associated therewith. This indicates that the listing of subdivisions within the "Main Segment," i.e., the "Chapters," is displayed. The user could hide the listing of Chapters and subsequent subdivisions by selecting the "boxed minus" icon associated with the listing "Main Segment."

Similarly, the listing for Chap 1 includes a "boxed plus" icon (753), indicating that the subdivisions within Chap 1 are not presently listed in the playlist (750). These subdivisions of Chap 1 could be shown in an indented list under "Chap 1" if the user selects the "boxed plus" icon (753). In contrast, the icon (754) associated with the listing for Chap 2 is a "boxed minus" indicating that an indented listing of "Subscenes" within Chap 2 is displayed.

The playlist (750), if partially or wholly expanded to list the various subdivisions of the video program segments, may exceed the capacity of the monitor (751) on which the user interface is being displayed. Consequently, a scrolling mechanism for moving through the display playlist on the monitor will preferably be provided. Such mechanisms are well-known in the art and would be controlled through the user interface of the playback device.

The playlist (750) may also include a coding device that advises users when and what type of supplemental material is associated with the various subdivisions of the video program. In the example shown in Fig. 7a, each listing for a clip may include a number of differently colored dots (752). Each color of the dots (752) may represent a different type of supplemental information that is associated with that clip. For example, a red dot may be included with the listing for any clip for which there is a textual plot summary included in the EFR. A blue dot may be included with the listing for any clip in which there is potentially objectionable subject matter. A green dot may be included in the listing for any clip for which there is historical or cultural background information included in the EFR.

Any type of information associated with a clip may be designated by a particular color of dot or any other distinguishing character, symbol, icon, graphic, etc. Additionally, the coding system may be applied at any level of the hierarchy and not just at the "Clip" level. At any hierarchical level, the elements of the coding system (e.g. colored dots) may have associated therewith a number that gives an indication of how many subdivisions within that listing include supplemental data of that type or how much data of that type is included within those subdivisions.

Returning to Fig. 7, the playback platform running the playback software package of the present invention (e.g., 408) will display a playlist using the data from the EFR. (701). The user may then select a clip or other division of the hierarchy to work with (702). At the clip level, a menu or listing of the supplemental information associated with that clip will be displayed (703). The user may then explore the additional information associated with the clip (704). As noted above, the supplemental information may be of almost any type including, but not limited to, cultural notes, linguistic notes, plot summary, reviews and critiques, historical or other background notes, and a description of potentially objectionable subject matter. (705).

In addition to accessing the supplemental information, the user may also edit the playlist (706). In editing the playlist, the user may rearrange the order of segments or remove segments from the playlist so that those segments are skipped during playback of the video program. The user may also specify that some of the supplemental information contained in the EFR be displayed during playback to supplement or replace a corresponding video segment.

When the user has finished editing the playlist (707), the edited playlist is stored (711). If the user makes no edits to the playlist of the EFR (708) and then initiates playback of the unedited playlist (709), the entire video program is played (710) in the manner recorded on the optical disc. In other words, if the user does not edit the playlist and if the initial playlist is complete, a playback of the video program is the same as would be the case if the user had no ability to edit the playlist and were not using an EFR of the present invention.

It should also be noted that the user can edit the playlist and store an edited playlist using an EFR (100) of the present invention without having possession of the corresponding optical disc containing the video program. Portions of the video program itself, except perhaps single frames or quotations for indexing purposes, are preferably not included in the EFR (100).

If an edited playlist is produced and stored in the EFR (100), and the user then initiates playback (712) of the corresponding video program from an optical disc using the playback software package diagrammed in Fig. 7, the video program is played back subject to any changes in the sequence of segments or omission of segments dictated by the edited playlist (713). This may also include displaying a textual description of a segment or information regarding that segment included in the EFR (100) to supplement or replace the segment itself.

Consequently, the EFR and playlist of the present invention may be of great use to parents and educators who are displaying a video program for children or younger age groups and who may consequently wish to remove potentially

objectionable content from the playback. This gives the user great flexibility in deciding precisely what type of content in the video program is objectionable and allows the user to remove only that content. Moreover, the user need not experience the content he or she finds objectionable during editing, but can instead  
5 read a textual description of that content in the information associated with that clip or video segment in the EFR (100) of the present invention.

Fig. 8 illustrates an additional feature of the present invention. The EFR (100) may, in addition to the hierarchical divisions of the video program on a corresponding optical disc, also include a division of audio segments (310) within  
10 each clip. Each audio segment (310) will correspond to a word or phrase within the clip (307). The EFR (100) may contain a non-specific description of the language or a verbatim listing of the language in each audio segment (310). Consequently, any inappropriate word or phrase can be removed from the playlist as edited by the user.

15 Finally, Fig. 9 illustrates another feature of the playback software package of the present invention. As shown in Fig. 9, the user may initiate an analysis of an edited playlist (801). The analysis feature of the software will then provide an assessment of the edited playlist. The analysis may be on the edited playlist alone or on the edited playlist in comparison to the original unedited playlist (802).

20 Without a comparison to the original playlist, a number of important analyses can be performed on the edited playlist. For example, an indicator of the relevance of each video segment to the plot of the video program may be associated with that segment in the EFR (100) of the present invention. This indicator may be a numeric value or an alphanumeric code. Consequently, the  
25 analysis feature can assess and quantify damage done to the plot of the program by the removal of various video segments from the playlist. Additionally, the analysis feature may provide statistics on the edited playlist such as the amount of time required for playback. The analysis feature may also indicate the number of



segments remaining that include any one or all of the various types of supplemental information. For example, the analysis feature may indicate that a particular number of the included segments contain indications or descriptions of potentially objectionable subject matter and may divide that potentially objectionable subject matter in categories and degrees. These statistics are generated (806) and then displayed for the user (807).

If the user desires a comparison to the unedited playlist, the original playlist is retrieved (803) and analyzed in comparison with the edited playlist. For example, the amount of running time for each playlist, edited and unedited, may be compared. These statistics are generated (804) and then displayed for the user (805).

In another aspect of the present invention, if the user has deleted a clip or segment from the playlist, and that deleted segment has associated therewith an indicator of relevance to plot that is greater than a predetermined threshold, i.e., the deleted segment is highly relevant to the plot, the playback software package of the present invention may automatically display a textual description of the deleted segment in place of the segment to prevent the gap in plot that would otherwise occur in playback due to the deletion of the segment. Additionally, it should be understood that at any point in time during playback, using the playback software package of the present invention, the user can pause the playback and access the supplemental information associated with that or another segment of the video program.

Finally, using the playback software package of the present invention, the user may designate one or more types of supplemental information that are of particular interest in the purpose for which the user is playing back the video program. The playback software may then advise the user during playback when a particular segment of the video program has supplemental information of the designated type or types associated therewith. The user may then pause the

5 playback and access the information or instruct the playback software to automatically pause at such a point and display the relevant supplemental information.

5 This feature may also be tied to an indicator as to the significance of the supplemental information such that only supplemental information of the designated type which is coded as having a particular level of significance is advertised to the user during playback. This can minimize disruption to the playback if so desired by the user.

10 The preceding description has been presented only to illustrate and describe the invention. It is not intended to be exhaustive or to limit the invention to any precise form disclosed. Many modifications and variations are possible in light of the above teaching.

15 The terms "playback platform" are "video playback device" are used herein to refer generally to those devices, such as the computer (408) and intelligent video player (500), that run the playback software package of the present invention and control an optical disc drive to playback a recorded video program in accordance with an edited or unedited playlist of an EFR of the present invention.

20 The preferred embodiment was chosen and described in order to best explain the principles of the invention and its practical application. The preceding description is intended to enable others skilled in the art to best utilize the invention in various embodiments and with various modifications as are suited to the particular use contemplated. It is intended that the scope of the invention be defined by the following claims.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A video playback system for playing back a video program recorded on a recording medium, the system comprising:

5 a video playback device; and

an recording medium reader for reading a recording medium on which said video program is recorded, said reader being controlled by said video playback device,

10 wherein said video playback device controls playback of said video program in accordance with a user-editable electronic data file existing in said video playback device independent of data recorded on said recording medium; and

15 wherein said electronic data file includes a user-editable playlist that divides said video program as recorded on said recording medium into at least one hierarchy of video segments.

2. The system of claim 1, wherein said electronic data file further comprises supplemental information associated with at least one of said segments of said video program.

20

3. The system of claim 2, wherein said supplemental information includes an alphanumeric code that rates a characteristic of said associated segment.

25

4. The system of claim 3, wherein said playback device generates a statistical analysis of characteristics of said video program as played back in accordance with said edited playlist based on said alphanumeric code.

5. The system of claim 2, wherein:

said system further comprises a user interface including a display device on which said playlist is displayed; and

5 said displayed playlist comprises a listing of said segments of said video program and a coding system that indicates what types of said supplemental information are associated with each said segment.

6. The system of claim 2, wherein said system further comprises a user

10 interface, where said playback device accesses and displays said supplemental information under control of a user operating said user interface.

7. The system of claim 1, wherein said playback device further comprises a user interface and records changes to said playlist made by said user through said user interface.

15

8. The system of claim 7, wherein:

said electronic data file further comprises a description of each of a plurality of audio segments of said video program; and

20 said playback device records deletions of audio segments from said playlist made by said user through said user interface.

9. The system of claim 7, wherein said playback device generates a statistical analysis of characteristics of said video program as played back in accordance with said edited playlist.

25

10. A method of controlling and enhancing playback of a video program recorded on a recording medium, said method comprising controlling playback of said video program with a video playback device in accordance with a user-

editable electronic data file existing in said video playback device independent of data recorded on said recording medium, wherein said electronic data file includes a user-editable playlist that specifies a hierarchical division of segments of said video program as recorded on said recording medium.

5

11. The method of claim 10, further comprising enhancing playback of said video program by associating supplemental information in said electronic data file with at least one of said specified segments of said video program.

10

12. The method of claim 11, further comprising displaying said playlist comprising a listing of said segments of said video program; and

displaying a coding system that indicates what types of said supplemental information are associated with each said segment.

15

13. The method of claim 11, further comprising accessing and displaying said supplemental information under control of a user operating a user interface of said video playback device.

20

14. The method of claim 10, further comprising recording an edited playlist in said electronic data file, said edited playlist including changes to said playlist made by said user through a user interface of said video playback device.

25

15. The method of claim 14, further comprising comparing said playlist to said edited playlist to assess an impact of said changes made to said playlist by said user.

16. The method of claim 14, further comprising analyzing said edited playlist to determine characteristics of said edited playlist.

17. A method of providing an electronic data file for use in controlling playback of a corresponding video program recorded on a recording medium, said method comprising:

dividing said video program as recorded on said recording medium into a hierarchy of segments; and

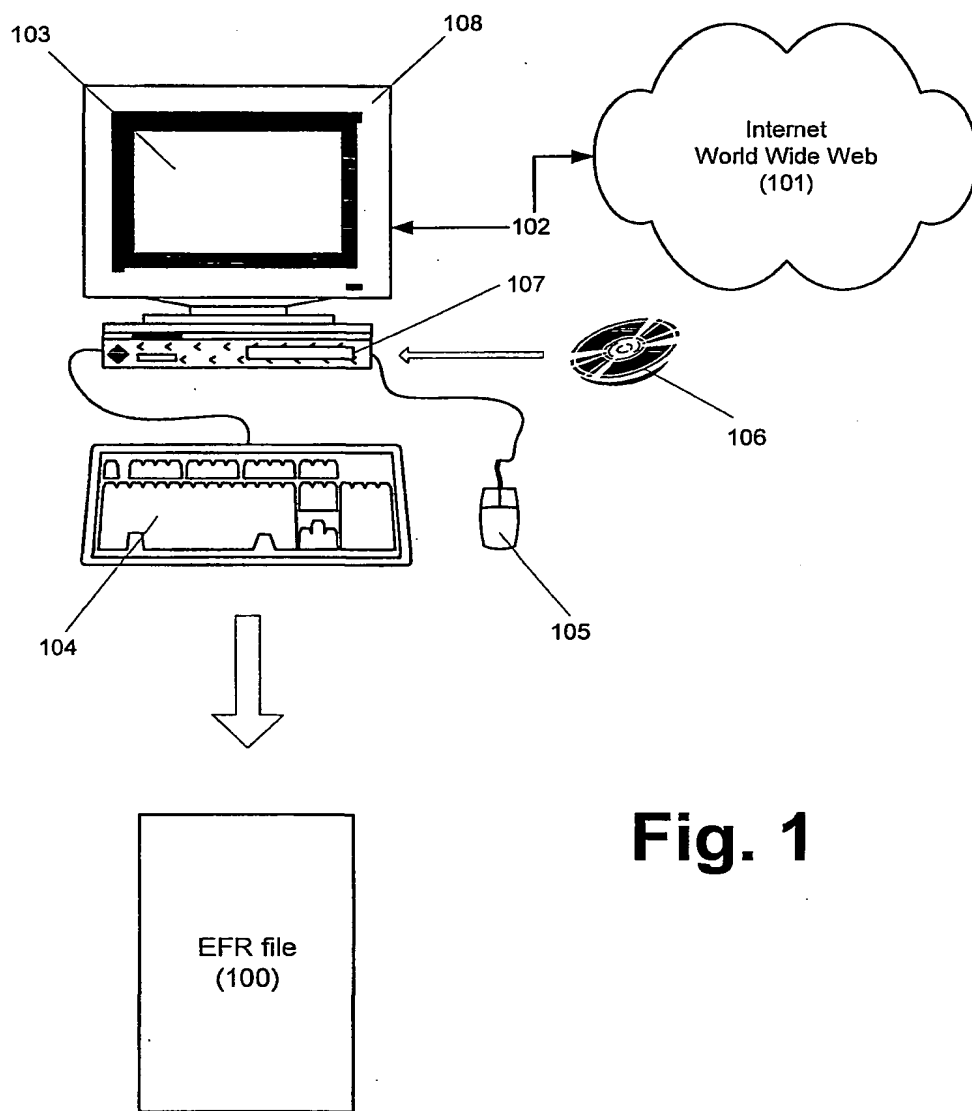
storing said hierarchy in an electronic data file independent of data recorded on said recording medium.

18. The method of claim 17, further comprising associating supplemental information with one or more of said segments, said supplemental information being recorded in said electronic data file.

19. A method of doing business in which customers are provided with a means for controlling and supplementing playback of a video program recorded on a recording medium, said method comprising selling an electronic data file that corresponds to said video program on said optical disc, wherein said electronic data file includes a user-editable playlist that divides said video program into video segments and includes supplemental information associated with one or more of said video segments, said data file being usable to control playback of said video program on a video playback device.

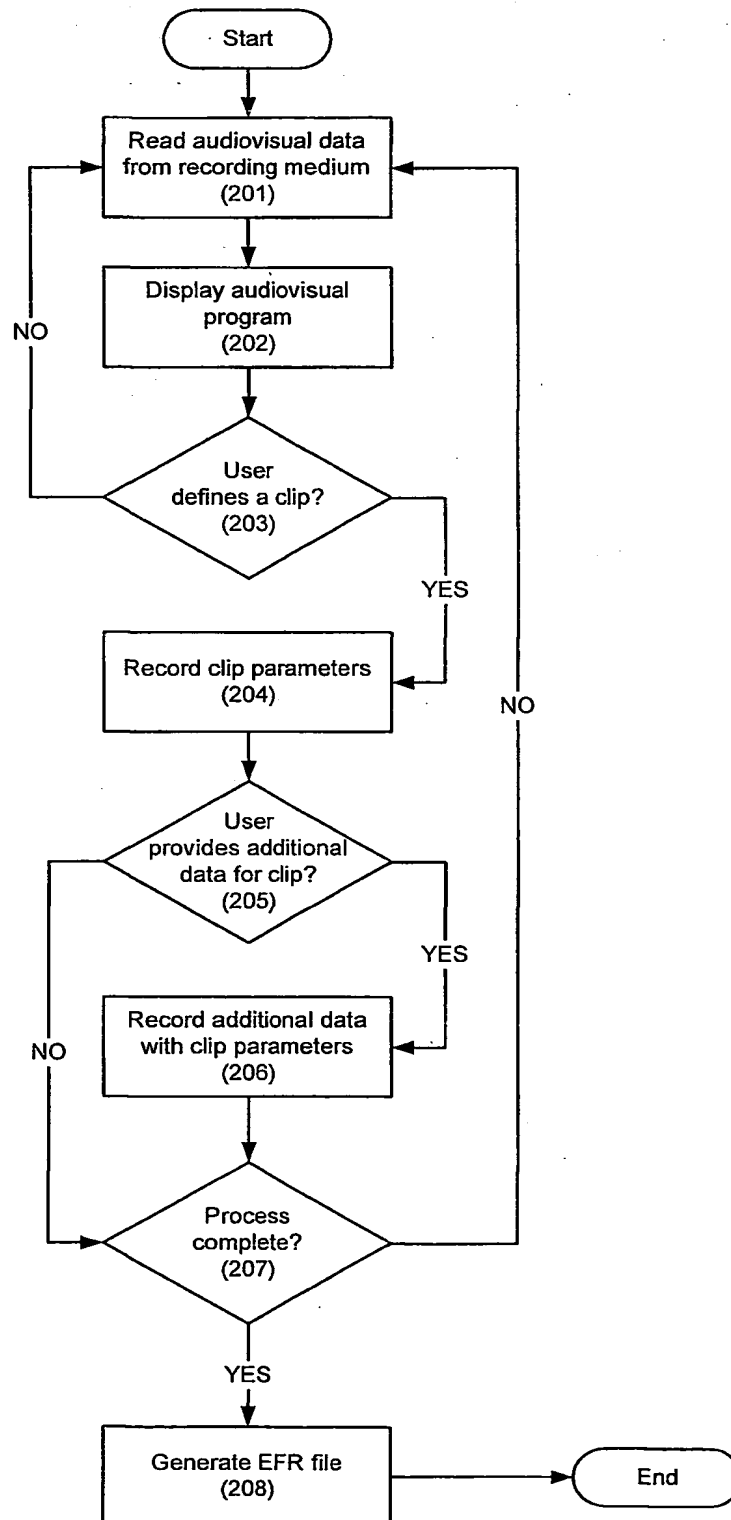
20. The method of claim 19, wherein said playlist divides said video program into a hierarchy of video segments.

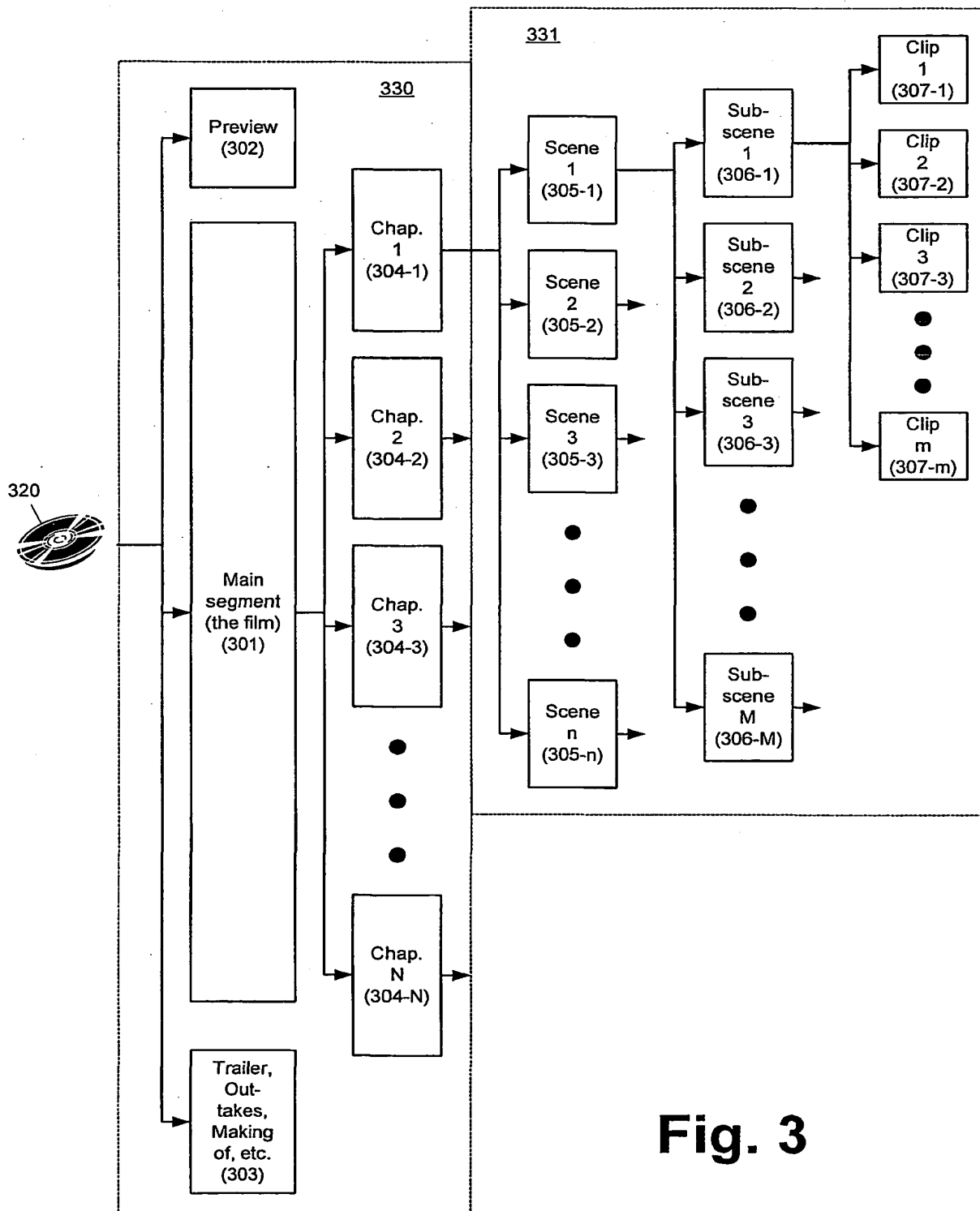
21. The method of claim 19, further comprising delivering said electronic data file to a customer via the Internet.

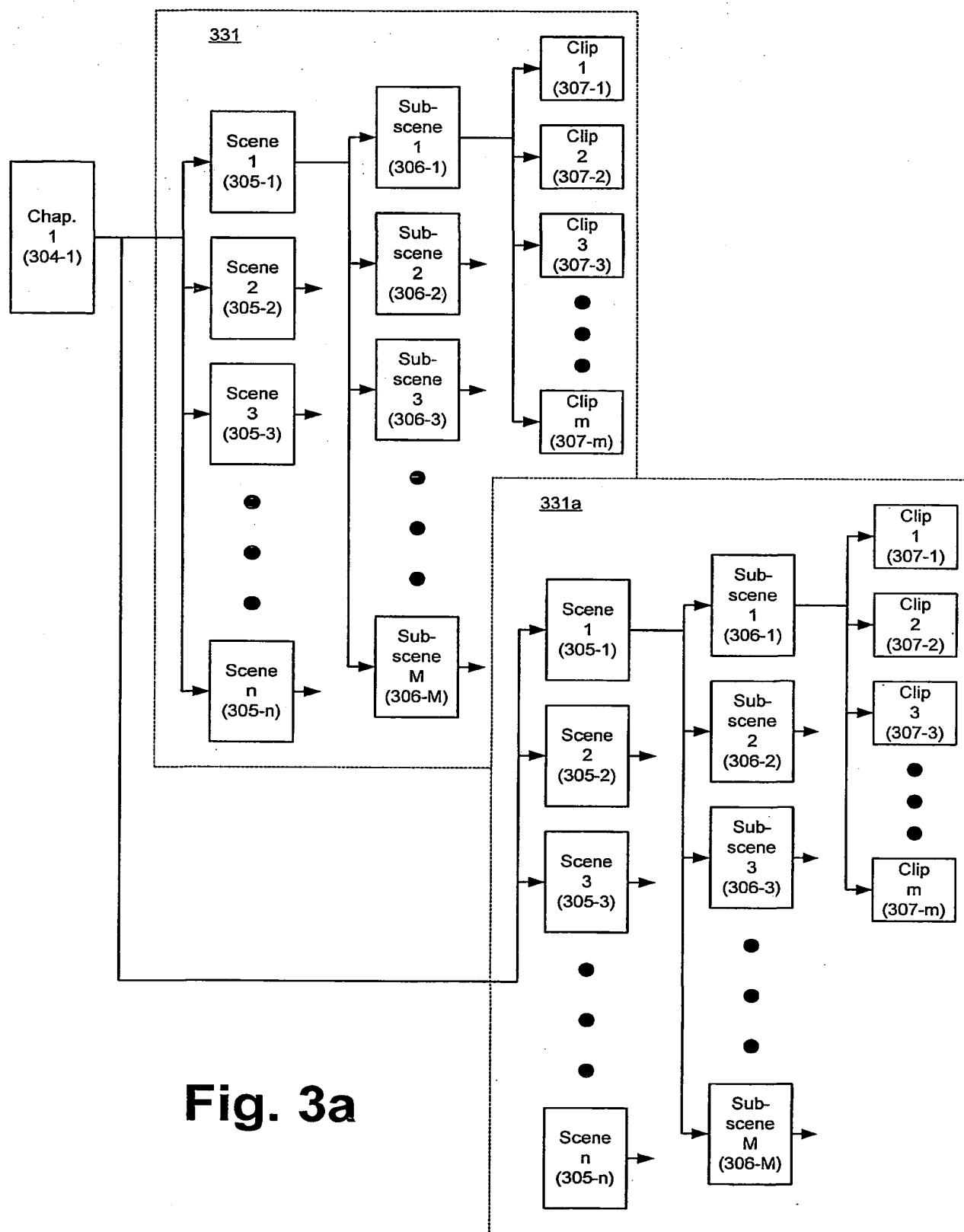


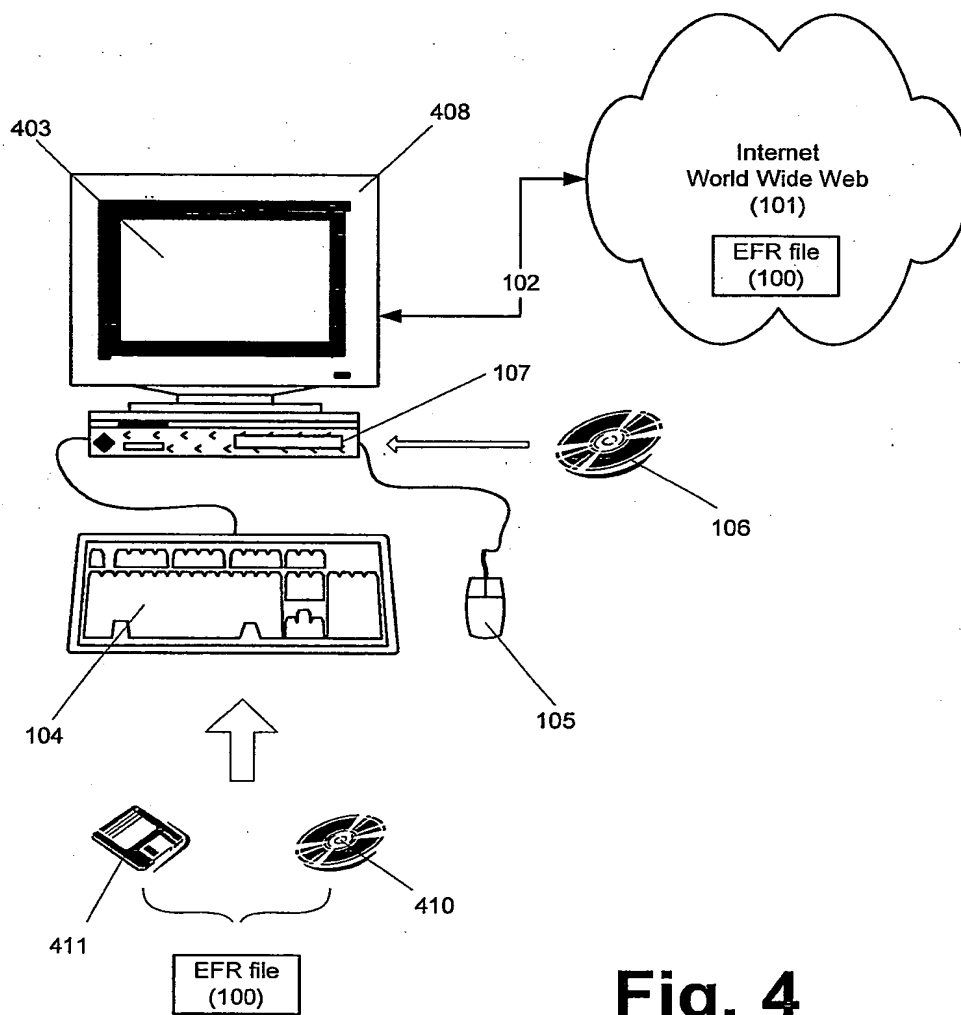
**Fig. 1**



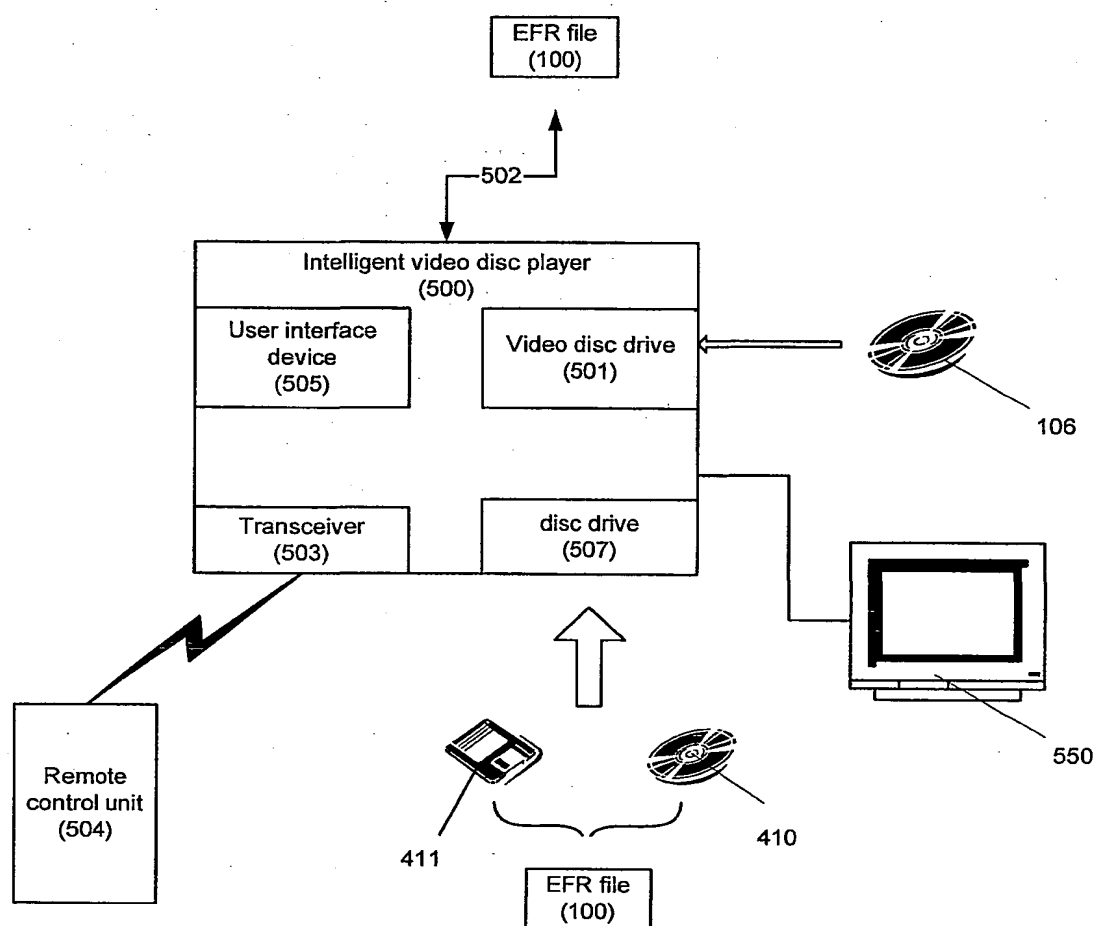
**Fig. 2**

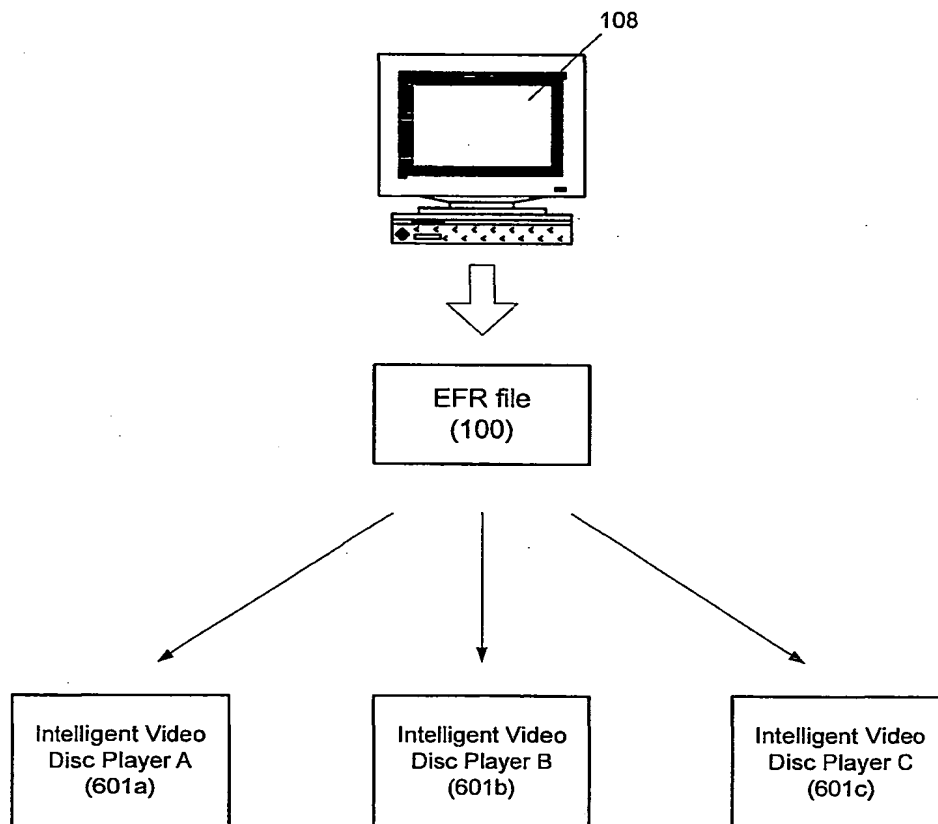
**Fig. 3**

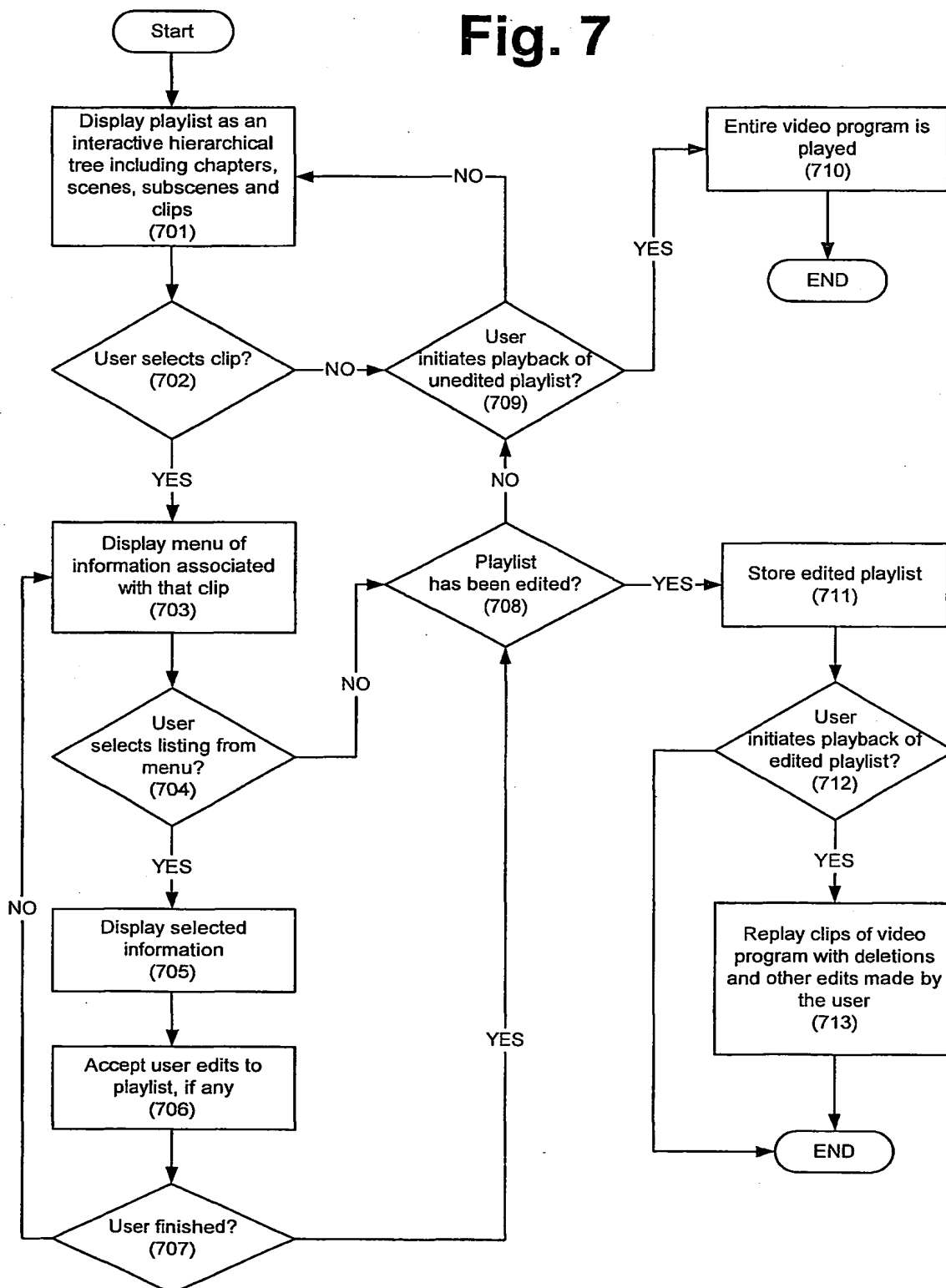
**Fig. 3a**

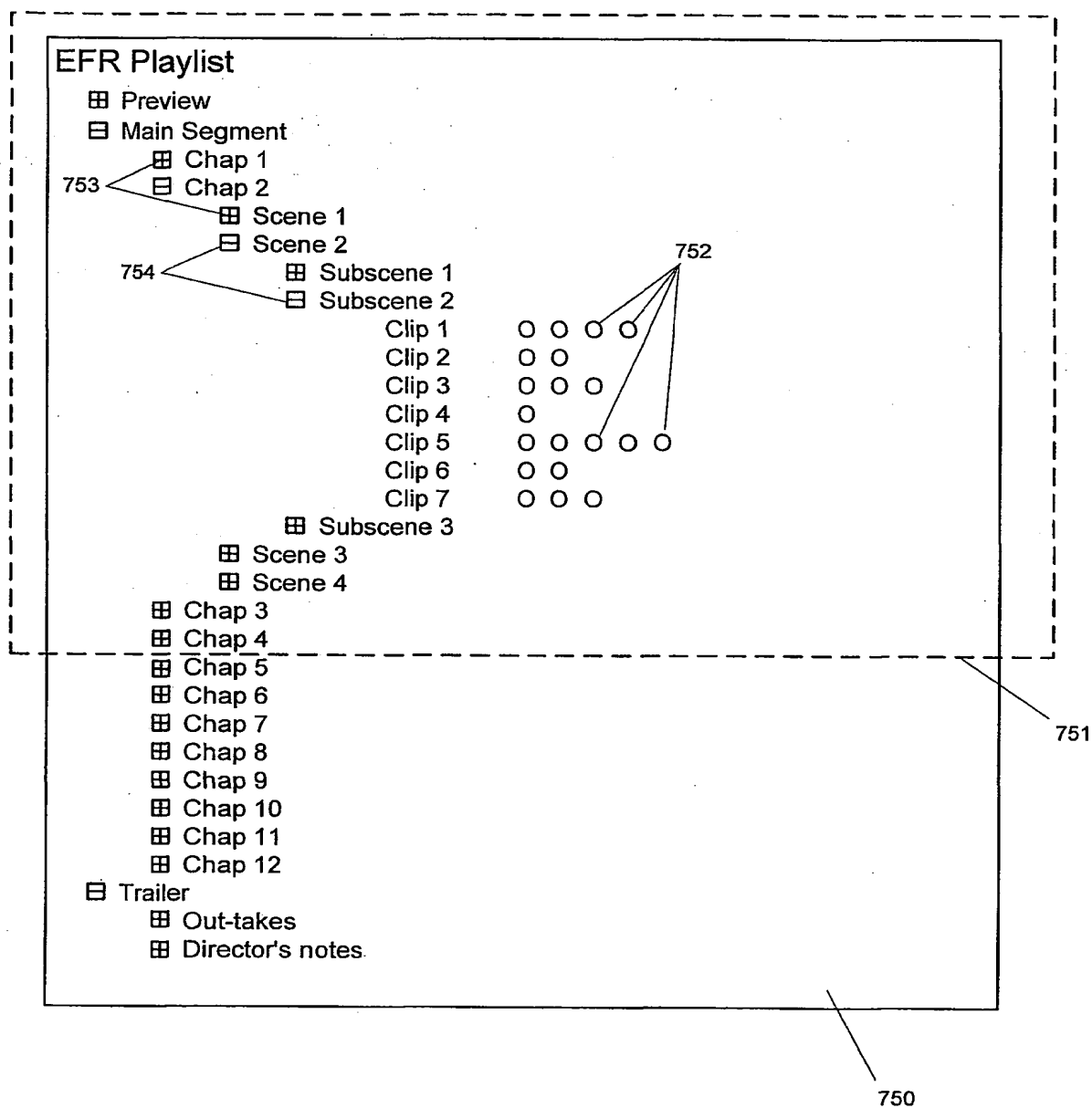


**Fig. 4**

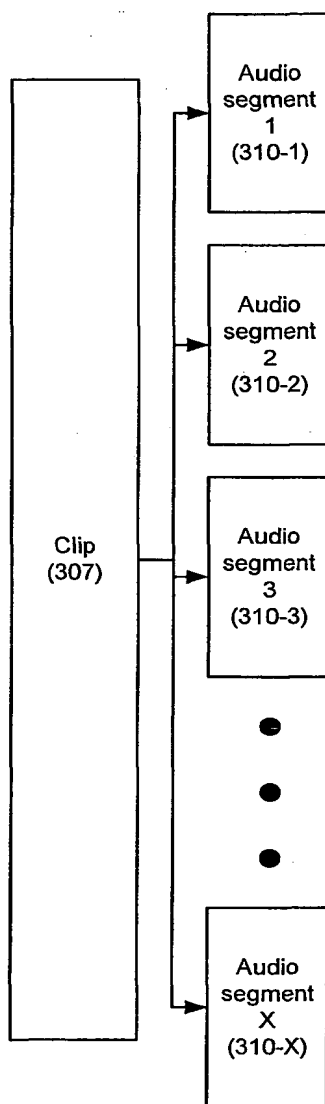
**Fig. 5**

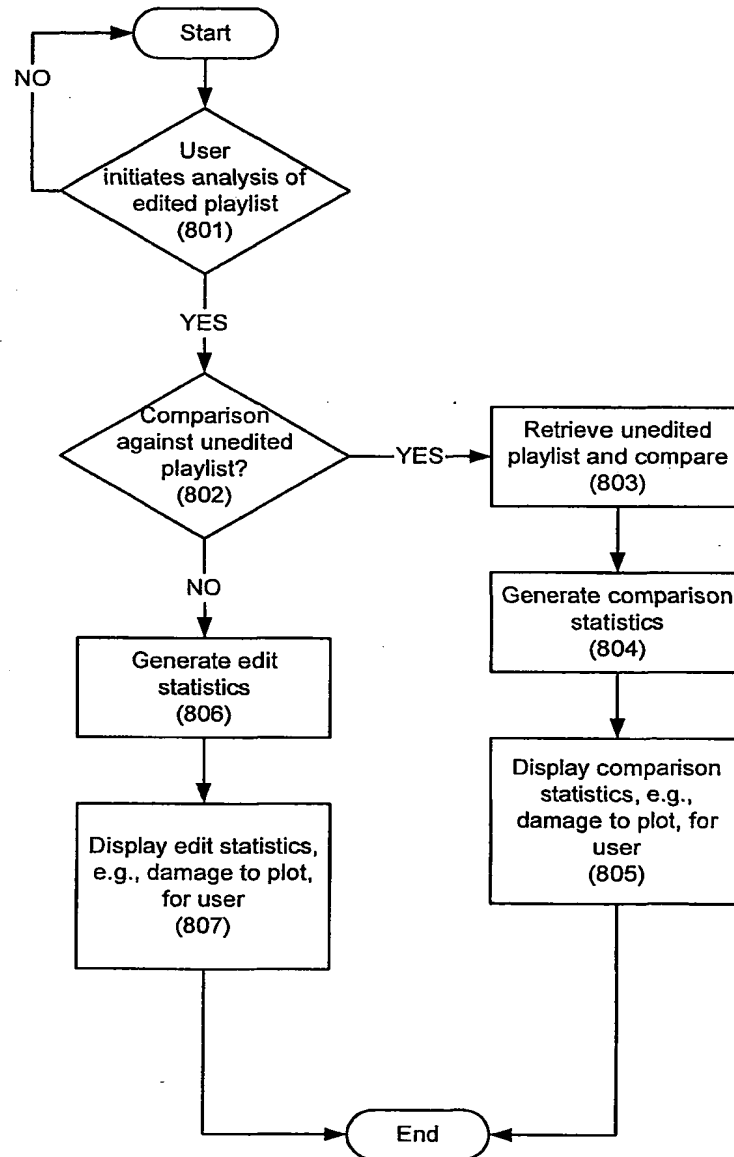
**Fig. 6**

**Fig. 7**

**Fig. 7a**



**Fig. 8**

**Fig. 9**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US01/47062

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(7) : H04N/593

US CL : 386/55

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 386/55, 70, 75

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	US 6,289,165 B1 (ABECASSIS) 11 September 2001 (11.09.2001), figure 6A; figure 7A; column 2, lines 46-52; column 16, lines 1-3; column 12, line 32; column 15, lines 63-65; column 16, lines 28-39; column 20, lines 4-16; column 21, lines 3-19; column 24, lines 26-36; column 28, lines 1-2; column 39, lines 21-25.	1-21



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

### \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 May 2002 (30.05.2002)

Date of mailing of the international search report

27 JUN 2002

Name and mailing address of the ISA/US

Commissioner of Patents and Trademarks

Box PCT

Washington, D.C. 20231

Facsimile No. (703)305-3230

Authorized officer

Andrew Christensen

Telephone No. (703)305-3900

**PCT**WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION  
International Bureau

## INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification <sup>6</sup> : <b>H04N 9/806</b>	<b>A1</b>	(11) International Publication Number: <b>WO 99/53694</b> (43) International Publication Date: 21 October 1999 (21.10.99)
(21) International Application Number: PCT/JP99/01811 (22) International Filing Date: 6 April 1999 (06.04.99) (30) Priority Data: 10/95661                      8 April 1998 (08.04.98)                      JP (71) Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD. [JP/JP]; 1006, Oaza Kadoma, Kadoma-shi, Osaka 571-8501 (JP). (72) Inventors: OKADA, Tomoyuki; 6-6-101, Myokenzaka, Katano-shi, Osaka 576-0021 (JP). MURASE, Kaoru; 2-8-29-105, Meyasukita, Ikaruga-cho, Ikoma-gun, Nara 636-0133 (JP). TSUGA, Kazuhiro; 9-33, Tsutsujigaoka, Hanayashiki, Takarazuka-shi, Hyogo 665-0803 (JP). (74) Agents: AOYAMA, Tamotsu et al.; Aoyama & Partners, IMP Building, 3-7, Shiromi 1-chome, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 540-0001 (JP).		(81) Designated States: CN, ID, KR, MX, SG.  Published <i>With international search report.</i>
(54) Title: OPTICAL DISC, OPTICAL DISC RECORDING METHOD AND APPARATUS, AND OPTICAL DISC REPRODUCING METHOD AND APPARATUS  <div style="text-align: center;"> <p>COMBINED VOB</p> <p>SCR1 PTS1/DTS1                      SCR2    SCR3    PTS3</p> <p>ST1                      SCR2+Tp ≤ SCR3                      ST2</p> </div> <p>(57) Abstract</p> <p>An optical disc that is reproducible by a reproducing apparatus has a still picture data and an audio data which are reproduced simultaneously. The still picture data is stored in a video part stream (ST1) comprising a plurality of units, and the audio data is stored in a second system stream (ST2) comprising one or a plurality of units. The units store time stamp information so that the second system stream (ST2) follows immediately after the video part stream (ST1). By changing the data in the second system stream (ST2), the audio data presented with a still picture can be freely and easily changed even after recording the still picture data using an MPEG standard format.</p>		

**FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY**

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AL	Albania	ES	Spain	LS	Lesotho	SI	Slovenia
AM	Armenia	FI	Finland	LT	Lithuania	SK	Slovakia
AT	Austria	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Senegal
AU	Australia	GA	Gabon	LV	Latvia	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaijan	GB	United Kingdom	MC	Monaco	TD	Chad
BA	Bosnia and Herzegovina	GE	Georgia	MD	Republic of Moldova	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tajikistan
BE	Belgium	GN	Guinea	MK	The former Yugoslav Republic of Macedonia	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Greece	ML	Mali	TR	Turkey
BG	Bulgaria	HU	Hungary	MN	Mongolia	TT	Trinidad and Tobago
BJ	Benin	IE	Ireland	MR	Mauritania	UA	Ukraine
BR	Brazil	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Iceland	MX	Mexico	US	United States of America
CA	Canada	IT	Italy	NE	Niger	UZ	Uzbekistan
CF	Central African Republic	JP	Japan	NL	Netherlands	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norway	YU	Yugoslavia
CH	Switzerland	KG	Kyrgyzstan	NZ	New Zealand	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Democratic People's Republic of Korea	PL	Poland		
CM	Cameroon	KR	Republic of Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kazakstan	RO	Romania		
CU	Cuba	LC	Saint Lucia	RU	Russian Federation		
CZ	Czech Republic	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Germany	LK	Sri Lanka	SE	Sweden		
DK	Denmark	LR	Liberia	SG	Singapore		
EE	Estonia						

## DESCRIPTION

OPTICAL DISC,

OPTICAL DISC RECORDING METHOD AND APPARATUS, AND

5 OPTICAL DISC REPRODUCING METHOD AND APPARATUS

Technical Field

The present invention relates to an optical disc for recording still picture data and audio data to be produced simultaneously with the still  
10 picture, an apparatus and a method for recording such an optical disc, and an apparatus and a method for reproducing such an optical disc.

Background Art

Digital cameras

15 Digital cameras for capturing still pictures using the JPEG compression format, formally known as the ISO/IEC 10918-1 standard, have become widely available in the last few years. One reason for the growing popularity of digital cameras is the improved audio-visual (AV) processing capability of modern personal computers (PC).

20 Images captured by a digital camera can be transferred by various means, including semiconductor memory, floppy disk, and infrared communications, to a PC in a format enabling the image data to be processed and manipulated on the PC. The captured image data can then be edited on the PC for use by presentation programs, word  
25 processors, and by Internet content providers.

Digital cameras enabling audio to be captured with still pictures have been more recently introduced. This ability to capture sound with still pictures has helped to further differentiate the digital camera from

conventional film-based still cameras.

Fig. 7 shows the relationship between still picture data (JPEG data) and audio data recorded by such a digital camera. As shown in Fig. 7, the still picture data (JPEG data) and audio data are stored in  
5 separate files. Each time a picture is taken (recorded), separate JPEG data and audio data files are created.

There are two basic methods for managing the relationship between still picture data (JPEG data) and audio data files. The first, as shown in Fig. 7(a), uses a link manager to maintain the relationship (link)  
10 between a JPEG data file and the associated audio data file. The other, as shown in Fig. 7(b), assigns the same root file name (the part of the file name minus the extension, e.g., "xyz" in Fig. 7(b)) to both the JPEG data file and the audio data file.

Using either of the above-described methods, an audio data file  
15 can be linked to a particular still picture data file when the picture is captured, and can be changed during any later editing process. That is, if the user decides after taking a picture that the audio associated with that picture is inappropriate or undesirable, different audio data can be selected and linked to the image data on the PC.

20 The advent of MPEG (Moving Picture Experts Group) standards for handling audio-video data containing moving and still pictures together with audio has also accelerated the development of multimedia products and services based on MPEG standards.

When image data and audio are recorded using the MPEG  
25 standard, the audio stream and video stream are multiplexed and recorded as a single system stream as shown in Fig. 6(c). This makes it very difficult to freely change the audio stream associated with a particular video stream after the initial recording. More specifically, to

change the audio data recorded for a particular still picture, the still picture data and audio data must be edited together as a single MPEG system stream. This means that the MPEG system stream must first be decoded, and the extracted still picture data and audio data must then be re-encoded as a single system stream after editing. Editing the still picture data and audio data after recording is therefore much more difficult than it is with a conventional digital camera.

#### Disclosure Of Invention

An object of the present invention is therefore to provide a recording medium, an apparatus, and a method whereby audio data presented with a still picture can be freely and easily changed even after recording the still picture data using an MPEG standard format.

To achieve the above object, a recording medium according to the present invention that is reproducible by a reproducing apparatus having a decoder buffer, decoder, and output section, has recorded thereto a video part stream, such as a first system stream, (ST1) comprising a plurality of units containing still picture data for at least one picture, and an audio part stream, such as a second system stream, (ST2) comprising one or a plurality of units containing audio data to be reproduced with the still picture data. The units of these system streams store time stamp information indicative of a time required for a decoding process and output. This time stamp information includes a time SCR2 at which the last unit in the first system stream is input to a decoder buffer, and a time SCR3 at which the first unit in the second system stream is input to a decoder buffer. These times SCR2 and SCR3 are defined to satisfy the equation

$$SCR2 + T_p \leq SCR3$$



where  $T_p$  is the time required to completely one unit to a decoder buffer.

By the above arrangement, the second system stream carrying the audio data is stored in the optical disc independently of the first system stream. Thus, the data in the second system stream can be easily revised.

Preferably, the time stamp information further includes a time SCR1 at which the first unit in the first system stream is input to a decoder buffer. In this case, times SCR1 and SCR2 are defined as:

$$SCR1 = 0$$

$$10 \quad SCR2 + T_p \leq 27000000 \text{ (27 MHz)}$$

where (27 MHz) indicates that the numeric value shown therebefore is a count of a 27 MHz clock.

By this arrangement, the time period for transferring the first system stream completely to the decoder buffer can be set to 1 second or less.

Yet further preferably in this case, time SCR3 is defined as  $SCR3 = 27000000 \text{ (27 MHz)}$ .

By this arrangement, the transfer start time of the second system stream to the decoder buffer can be set to 1 second after the start transfer time of the first system stream to the decoder buffer.

Yet further preferably, the time stamp information also includes a time PTS1 at which the first system stream is presented from the output section, and a time PTS3 at which the second system stream is output from the decoder. In this case, times PTS1 and PTS3 are the same.

By this arrangement, the still picture produced by the first system stream and the sound produced by the second system stream can be effected simultaneously.

Yet further preferably, the time stamp information also includes a

decoding start time DTS1 at which a decoder starts decoding the first system stream. This time DTS1 is defined as:

$$\text{DTS1} = 90000 \text{ (90 kHz)}$$

where (90 kHz) indicates that the numeric value shown therebefore is a count of a 90 kHz clock.

By this arrangement, the decode start time of the second system stream can be set to 1 second after the start transfer of the first system stream to the decoder buffer.

In this case, times PTS1 and PTS3 are preferably defined by the equation:

$$\text{PTS1} = \text{PTS3} = 90000 \text{ (90 kHz)} + T_v$$

where (90 kHz) indicates that the numeric value shown therebefore is a count of a 90 kHz clock, and  $T_v$  is the video data frame period.

By this arrangement, the presentation of the still picture and the sound can be done after 1 second plus 1 frame period  $T_v$  from the start transfer of the first system stream to the decoder buffer.

First and second system stream management information (Volume information) is further preferably recorded to an optical disc according to the present invention, and the management information for the first system stream includes an identification flag (Audio\_Flag) for declaring there is audio data to be reproduced synchronized with the still picture data.

By this identification flag, it is possible to detect whether or not the sound accompanies the still picture.

An optical disc recording apparatus for recording a system stream containing still picture data and audio data to be reproduced with the still picture data to an optical disc according to the present invention comprises an encoder and a system controller. The encoder generates a

first system stream (ST1) comprising a plurality of units containing still picture data for at least one picture, and a second system stream (ST2) comprising one or a plurality of units containing audio data to be reproduced with the still picture data. The system controller stores in  
5 said units time stamp information indicative of a time required for a decoding process and output. The time stamp information includes a time SCR2 at which the last unit in the first system stream is input to a decoder buffer, and a time SCR3 indicative of a time at which the first unit in the second system stream is input to a decoder buffer. These  
10 times SCR2 and SCR3 are defined to satisfy the equation:

$$\text{SCR2} + T_p \leq \text{SCR3}$$

where  $T_p$  is the time required from the start to the end of inputting one unit to a decoder buffer.

By the above arrangement, the second system stream carrying the  
15 audio data is stored in the optical disc independently of the first system stream. Thus, the data in the second system stream can be easily revised.

The system controller of this optical disc recording apparatus further preferably stores as time stamp information a time SCR1 at which  
20 the first unit in the first system stream is input to a decoder buffer, and a time PTS1 at which the first system stream is output from the output section. These times SCR1, SCR2, and PTS1 are defined as:

$$\text{SCR1} = 0$$

$$\text{SCR2} \leq 27000000 (27 \text{ MHz}) - T_p$$

25 
$$\text{PTS1} = 90000 (90 \text{ kHz}) + T_v$$

where (27 MHz) indicates that the numeric value shown therebefore is a count of a 27 MHz clock, (90 kHz) indicates that the numeric value shown therebefore is a count of a 90 kHz clock,  $T_p$  is the time required

to transfer the last unit of the first system stream, and  $T_v$  is the video data frame period.

By this arrangement, the time for start transferring the first system stream to the decoder buffer is set to 0, the time for finish transferring the first system stream to the decoder buffer is set to 1 second or less, and the time for displaying or presenting the still picture is set to 1 second plus 1 frame period  $T_v$  from the start transfer of the first system stream to the decoder buffer.

Further preferably, the system controller further stores as time stamp information a time  $PTS3$  at which the second system stream is output from the decoder. In this case, times  $SCR3$  and  $PTS3$  are defined as:

$$SCR3 = 27000000 \text{ (27 MHz)}$$

$$PTS3 = 90000 \text{ (90 kHz)} + T_v.$$

By this arrangement, the time for transferring the second system stream to the decoder buffer can be set to 1 second from the start transfer of the first system stream, and the time for decoding and reproducing the sound can be set to 1 second plus 1 frame period  $T_v$ .

The system controller further preferably generates first and second system stream management information, and stores in the management information for the first system stream an identification flag ( $Audio\_Flag$ ). This flag is used for declaring whether there is audio data to be reproduced synchronized with the still picture data.

By this identification flag, it is possible to detect whether or not the sound accompanies the still picture.

The system controller yet further preferably records audio data reproduction time ( $Cell\_Playback\_Time$ ) in the management information for the second system stream.

By this arrangement, it is possible to set the sound reproducing time.

An optical disc reproducing apparatus for reproducing an optical disc according to the present invention comprises a decoder buffer, a decoder, an output section, and a system controller. When the system controller detects that the identification flag (Audio\_Flag) is set, it synchronously reproduces still picture data in the first system stream and audio data in the second system stream.

By this arrangement, it is possible to previously detect whether or not the sound accompanying the still picture exists.

Preferably, when the system controller detects that the identification flag (Audio\_Flag) is set, a decoder completely decodes one picture of still picture data recorded to the first system stream and sends the decoded data to the output section, and another decoder then decodes while reproducing audio data stored to the second system stream. As a result, presentation of still picture data from the output section begins with the start of audio presentation.

By this arrangement, it is possible to decode the still picture data in the first system stream and the audio data in the second system stream in separate time periods.

The present invention also provides an optical disc recording method for recording a system stream containing still picture data and a separate system stream containing audio data to be reproduced with the still picture data to an optical disc according to the present invention.

In addition, the present invention also provides an optical disc reproduction method for reproducing an MPEG stream recorded to an optical disc according to the present invention.

### Brief Description Of Drawings

Fig. 1 is a block diagram of a DVD recording apparatus drive;

Figs. 2(a) and 2(b) show the relationship between address space on a disc and the amount of data stored in the track buffer;

5 Figs. 3(a) and 3(b) show the correlation between I, B, and P pictures in an MPEG video stream;

Fig. 4 shows the structure of an MPEG system stream;

Fig. 5 is a block diagram of an MPEG system stream decoder (P\_STD);

10 Figs. 6(a), 6(b), 6(c) and 6(d) show video data, the change in the amount of data stored to the video buffer, a typical MPEG system stream, and an audio data signal, respectively, according to prior art;

Figs. 7(a) and 7(b) illustrate links between still pictures and audio in a digital still camera, according to prior art;

15 Figs. 8(a) and 8(b) are diagrams showing two different styles of a directory structure and the physical arrangement of the disc recording surface;

Figs. 9(a) and 9(b) show the structure of a management information file, and the data stream;

20 Figs. 10(a), 10(b) and 10(c) show the management information data for still picture data and audio data, a data stream for the still picture data and audio data, and another data stream for the still picture data and audio data;

25 Figs. 11(a), 11(b) and 11(c) are diagrams showing a still picture data VOB, an audio data VOB, and a combined VOB, according to the present invention;

Fig. 12 is a block diagram of a DVD recording apparatus;

Fig. 13 is a flow chart of a recording process of the DVD recording

apparatus shown in Fig. 12;

Fig. 14 is a flow chart of the still picture data VOB generating process shown as step S1301 in Fig. 13 in the DVD recording apparatus shown in Fig. 12;

5 Fig. 15 is a flow chart of the audio data VOB generating process shown as step S1303 in Fig. 13 in the DVD recording apparatus shown in Fig. 12;

Fig. 16 is a flow chart of the management information file generating process shown as step S1304 in Fig. 13 in the DVD recording apparatus shown in Fig. 12;

Figs. 17(a) and 17(b) are explanatory views showing two still pictures;

15 Figs. 18(a), 18(b), 18(c), 18(d) and 18(e) are diagrams showing an operation according to the prior art to reproduce a still picture with an audio data;

Figs. 19(a), 19(b), 19(c), 19(d) and 19(e) are diagrams showing an operation according to the present invention to reproduce a still picture with single audio data; and

20 Figs. 20(a), 20(b), 20(c), 20(d) and 20(e) are diagrams showing an operation according to the present invention to reproduce a still picture with dual audio data.

#### Best Mode for Carrying Out the Invention

25 The preferred embodiments of the present invention are described below with reference to the accompanying figures.

A preferred embodiment of the present invention is described below with reference to a DVD recording apparatus using DVD-RAM as

the MPEG stream recording medium.

1. Overview of a normal MPEG stream

5 A normal MPEG stream of audio-video data is described first below. The structure of the MPEG stream will be known to those with ordinary knowledge of the related art, and the following description therefore focuses on those parts having a particular relationship to the present invention.

10 As previously noted above, the MPEG standard defines an audio-video compression method that has been formalized as the ISO/IEC 13818 international standard.

The MPEG standard achieves high efficiency data compression primarily by means of the following two features.

15 First, moving picture data is compressed using a combination of conventional intraframe compression using a spatial frequency characteristic to remove intraframe redundancy, and interframe compression using temporal correlations between frames to remove redundancy in adjacent frames. Even more specifically, the MPEG standard compresses moving picture data by first categorizing each  
20 frame (also referred to as a picture in MPEG parlance) as an I picture (intra-coded frame), P picture (a predictive-coded frame that is coded with reference to a preceding picture), or a B picture (a bidirectionally predictive-coded frame that is coded with reference to both a preceding and a following picture).

25 The relationship between I, P, and B pictures is shown in Fig. 3. As will be known from Fig. 3, P pictures are coded with reference to the closest preceding I or P picture, and B pictures are coded with reference to the closest preceding and following I or P pictures. As also shown in



Fig. 3, the picture display order and the coding order of the compressed data are different because each B picture is also dependent on an I or P picture that is presented after the B picture.

5 The second feature of MPEG compression is dynamic (coding) data allocation by picture unit based on image complexity. An MPEG decoder has an input buffer for storing the input data stream, thus enabling a large (coding) data size (that is, more data) to be allocated to complicated images that are more difficult to compress.

10 MPEG also supports MPEG audio, a separate MPEG encoding standard for audio data to be reproduced with moving picture data. In addition, however, MPEG also supports the use of various other types of audio encoding for specific applications.

The present invention allows for two types of audio data encoding, that is, encoding with data compression and encoding without data  
15 compression. Exemplary audio encoding methods with data compression include MPEG audio and Dolby(R) Digital (AC-3); linear pulse code modulation (LPCM) is typical of audio encoding without data compression. Both AC-3 and LPCM are fixed bit rate coding methods. MPEG audio can select from among several different bit rates on an  
20 audio frame unit basis, although the range of bit rates is not as great as that available for video stream coding.

The MPEG system then multiplexes the encoded moving picture data and audio data into a single stream, which is referred to as the MPEG system stream. This multiplexed moving picture data and audio  
25 data is commonly referred to as AV data.

The structure of the MPEG system stream is shown in Fig. 4. As shown in Fig. 4, the MPEG system stream is a hierarchical structure of packs and packets containing a pack header 41, packet header 42, and

payload 43.

The packet is the smallest multiplexing unit, and the pack is the smallest data transfer unit.

Each packet comprises a packet header 42 and payload 43. AV  
5 data is divided into segments of an appropriate size starting from the beginning of the AV data stream, and these data segments are stored in the payload 43. The packet header 42 contains a stream ID for identifying the type of data stored to the payload 43, and a time stamp used for reproducing the data contained in the payload 43. This time  
10 stamp is expressed with 90 kHz precision. Data types identified by the stream ID include moving picture and audio. The time stamp includes both a decoding time stamp DTS and presentation time stamp PTS. The decoding time stamp DTS is omitted when decoding and presentation occur simultaneously, as with audio data.

15 A pack typically contains a plurality of packets. In this preferred embodiment of the present invention, however, one pack contains one packet. Thus, one pack comprises pack header 41 and one packet (comprising packet header 42 and payload 43) as shown in Fig. 4.

The pack header 41 contains a system clock reference SCR  
20 expressing with 27 MHz precision the time at which the data in that pack is input to the decoder buffer.

A decoder for decoding the above-noted MPEG system stream is described next below.

Fig. 5 is a block diagram of a model MPEG system decoder  
25 (P\_STD), particularly showing the detail of decoder 16. Shown in Fig. 5 are: a system controller 51 with a system time clock STC, an internal reference clock for the decoder; a demultiplexer 52 for demultiplexing, that is, decoding, the system stream; a video decoder input buffer 53;

video decoder 54; a re-ordering buffer 55 for temporarily storing I and P pictures in order to absorb the delay between the display order and decoding order that occurs between I and P pictures and the dependent B pictures; a switch 56 for adjusting the output sequence of the I, P, and B pictures in the re-ordering buffer 55; an audio decoder input buffer 57; 5 and an audio decoder 58.

The operation of this MPEG system decoder when processing an MPEG system stream is described next.

When the time indicated by the STC 51 matches the system clock 10 reference SCR recorded in a pack header, the corresponding pack must be input to the demultiplexer 52. Note that the STC 51 is initialized to the system clock reference SCR at the first pack in the system stream. The demultiplexer 52 then interprets the stream ID in the packet header, and transfers the payload data to the decoder buffer appropriate to each 15 stream. The demultiplexer 52 also extracts the presentation time stamp PTS and decoding time stamp DTS. When the time indicated by the STC 51 and the decoding time stamp DTS match, the video decoder 54 reads and decodes the picture data from the video buffer 53. If the decoded picture is a B picture, the video decoder 54 presents the picture. If the 20 decoded picture is an I or P picture, the video decoder 54 temporarily stores the picture to the re-ordering buffer 55 before presenting the picture.

The switch 56 corrects the difference between the decoding sequence and the presentation sequence as described above with 25 reference to Fig. 3. That is, if a B picture is output from the video decoder 54, the switch 56 is set to pass the video decoder 54 output directly from the system decoder. If an I or P picture is output from the video decoder 54, the switch 56 is set to output the output from the re-

ordering buffer 55 from the system decoder.

It should be noted that I pictures cannot be simultaneously decoded and presented because the picture sequence must be reordered to correct the differences between the decoding order and the display order. Even if no B pictures are present in the system stream, there is a delay of one picture, that is, one video frame period, between picture decoding and presentation.

Similarly to the video decoder 54, the audio decoder 58 also reads and decodes one audio frame of data from the audio buffer 57 when the time indicated by the STC 51 and the presentation time stamp PTS match (note that there is no decoding time stamp DTS present in the audio stream).

MPEG system stream multiplexing is described next with reference to Fig. 6. Fig. 6 (a) shows several video frames, Fig. 6 (b) represents the video buffer state, Fig. 6 (c) shows the MPEG system stream, and Fig. 6 (d) shows the audio signal (audio data). The horizontal axis in each figure represents the time base, which is the same in each figure. The vertical axis in Fig. 6 (b) indicates how much data is stored in the video buffer at any given time; the solid line in Fig. 6 (b) indicates the change in the buffered data over time. The slope of the solid line corresponds to the video bit rate, and indicates that data is input to the buffer at a constant rate. The drop in buffered data at a regular period indicates that the data was decoded. The intersections between the diagonal dotted lines and the time base indicate the time at which video frame transfer to the video buffer starts.

## 2. Problems with a conventional MPEG stream

Digital cameras using a conventional MPEG stream as described

above are not believed to be presently available as commercial products because of the problems described below. For the convenience of the following description, however, it is herein assumed that this hypothetical digital camera exists.

5           The relationship between the reproduction operation of an MPEG stream decoder in this hypothetical digital camera and the various time stamps (STC, PTS, DTS) is described first with reference to Figs. 17 and 18. Note that the decoder is assumed to be comprised as shown in Fig. 5.

10           Fig. 17 is used to describe the operation for reproducing data captured by the digital camera on a personal computer (PC). An exemplary screen presented on the PC display is shown in Fig. 17 (a). Photo #1 and photo #2 represent separate image files displayed on the screen in the form of icons. In a graphical user interface (GUI) such as Windows 95 (R), photos #1 and #2 may be presented as thumbnail sketches, for examples, which a user can click on using a mouse or  
15           other pointing device. The PC then presents the file content corresponding to the photograph that was clicked on by displaying the image on screen and outputting the audio from a speaker connected to the PC. Fig. 17 (b) shows the content displayed for photo #1 and photo  
20           #2 in this example.

          When a user clicks on photo #1 in Fig. 17 (a) in this example, still picture #1 is presented on screen, and audio #1 is output from the PC speaker, as shown in Fig. 17 (b). Likewise when the user clicks on photo #2, still picture #2 is presented on screen, and audio #2 is output from  
25           the PC speaker.

          The relationship between decoder operation in this hypothetical digital camera and the various time stamps when photo #1 is reproduced is shown in Fig. 18 and described below.

The video output, still picture #1, and audio output, audio #1, that are output for photo #1 are shown in Figs. 18(a) and 18(b). Figs. 18(c) and 18(d) show the change in the data stored to the video buffer 53 and audio buffer 57 as still picture #1 and audio #1 are decoded and output.

5 Fig. 18(e) shows the pack sequence and time stamps (SCR, PTS, DTS) stored in each pack when photo #1 is stored to disc as stream #1, which is an MPEG stream in this example.

It should be noted that while not shown in the figure, the DTS and PTS are stored in the packet header of each packet as described above.

10 It will also be obvious to one with ordinary skill in the related art that while only four video packs and two audio packs are shown for simplicity, there are actually more than 100 audio packs and video packs each because each pack is a maximum 2 KB.

The reproduction operation of this hypothetical digital camera starts by sending the packs contained in stream #1 shown in Fig. 18(e) to the demultiplexer 52.

15

As shown in Fig. 18(e), stream #1 is multiplexed with the packs in the following sequence, starting from the beginning of the stream: video pack V1, video pack V2, audio pack A1, video pack V3, video pack V4, audio pack A2. The pack header of each pack contains a system clock reference SCR, which indicates the timing at which that pack is input to the demultiplexer 52. In the example shown in Fig. 18, time t1 is stored to system clock reference SCR #1 of video pack V1, time t2 is stored to SCR #2 of video pack V2, time t3 is stored to SCR #3 of audio pack A1,

20 time t4 is stored to SCR #4 of video pack V3, time t5 is stored to SCR #5 of video pack V4, and time t6 is stored to SCR #6 of audio pack A2.

25

The PTS and DTS are also written to the first pack of each picture. Time t7 is thus written to PTS #1 of video pack V1, and time t6 is written

to DTS #1. Note that the PTS and DTS are the same for every video pack in a picture, and are therefore not written to any but the first video pack.

5 The PTS is written to every audio pack. Therefore, time t7 is written to PTS #1 for audio pack A1, and time t9 is written to PTS #2 for audio pack A2. Note, further, that the PTS is written and the DTS is omitted in audio packs because the PTS and DTS are the same in an audio pack. The STC is reset at time t1, the value of SCR #1 in video pack V1, that is, the first pack in stream #1, and each pack in the stream  
10 #1 is then input to the demultiplexer 52 at the indicated by the SCR value in the pack header.

Therefore, as shown in Fig. 18(e), video pack V1 is input to the demultiplexer 52 first at time t1, then video pack V2 is input at time t2, audio pack A1 is input at time t3, video pack V3 is input at time t4, video  
15 pack V4 is input at time t5, and audio pack A2 is input at time t8. Video packs input to the demultiplexer 52 are then output to the video buffer 53, and audio packs are output to the audio buffer 57.

The second part of the reproduction operation of this hypothetical digital camera described below is the data decoding and output  
20 operation of the video packs output to the video buffer 53.

As shown in Fig. 18(c), while there is an ignorable delay between the video packs output from the demultiplexer 52, the video packs are accumulated to the video buffer 53 at the system clock reference SCR timing, that is, at time t1, t2, t4, and t5. Still picture #1 comprises video  
25 packs V1 to V4. As a result, all video packs constituting still picture #1 have been stored to the video buffer 53 once video pack V4 has been stored to the video buffer 53. As shown in Fig. 18(e), the decoding time stamp DTS of still picture #1 comprising video packs V1 to V4 is time t6.

The data accumulated to the video buffer 53 is therefore decoded by video decoder 54 at time t6, and the data is cleared from the video buffer, thereby increasing the available buffer capacity.

5 The decoded video pack data of still picture #1 is an I picture. The decoded I picture is stored to re-ordering buffer 55, and is output from the decoder at PTS time t7.

Note that the end presentation time for still picture #1 is not defined by an MPEG stream time stamp. As a result, presentation typically ends when reproduction of the next MPEG stream begins, or  
10 when video output is terminated by a control command sent to the decoder from another application or device. The example shown in Fig. 18 therefore shows presentation of still picture #1 continuing even after time t10, the time at which audio output ends.

The third part of the reproduction operation of this hypothetical  
15 digital camera described below is the relationship between the time stamps and the operation whereby audio pack data output to the audio buffer 57 is decoded and output.

As shown in Fig. 18 (d), the audio packs output from the demultiplexer 52 are stored to the audio buffer 57 at time t3 and t8, thus  
20 increasing the amount of data stored to the audio buffer 57. Unlike the video data, the PTS and DTS are the same in the audio data. As a result, audio data is output at the same time the audio decoder 58 [57, sic, and below] decodes the audio pack data. More specifically, the audio pack A1 data stored to audio buffer 57 is decoded by audio decoder 58 at the  
25 presentation time stamp PTS, i.e., time t7, and audio output begins. The audio pack A2 data stored to the audio buffer 57 at time t8 is then decoded and output at the PTS, that is, time t9, by audio decoder 58.

The time that data can be stored to each decoder buffer is also



limited in the MPEG system. This limit is 1 sec. in the case of moving picture data. This means that the maximum difference between the transfer times of simultaneously output audio and video data, that is, the maximum SCR difference, is 1 second. However, a delay equal to the  
5 time required to reorder the video data may also occur.

### 3. MPEG stream problems

Through years of research and development, the inventors have identified and organized problems presented by the conventional MPEG  
10 stream described above with respect to using the MPEG stream in a digital still picture camera.

As noted above, the MPEG system stream contains video data and the audio data presented with that video data multiplexed into a single system stream. Editing this system stream to change the audio  
15 presented with a particular video image is therefore difficult once the audio and video streams have been multiplexed into a single system stream. This means that when a digital camera uses an MPEG stream to encode and store a still picture and the audio recorded when that picture was taken to a recording medium, it is difficult to later edit the audio to  
20 replace the audio recorded when the picture was taken with a different audio signal.

Referring to the example shown in Fig. 17, when photo #1 is captured by a digital still picture camera, photo #1 is recorded by the camera to a disc or other recording medium as an MPEG stream  
25 multiplexing still picture #1, that is, the still picture data, and audio #1, that is, the audio data captured at the same time. The resulting MPEG stream thus comprises multiplexed video packs and audio packs as shown in Fig. 18(e). As a result, after the user takes a picture, it is

difficult to change the audio data of photo #1 from audio #1 to a different audio signal.

Though difficult, the following three methods of editing the audio data after recording are conceivable.

- 5 (1) Generate a plurality of MPEG streams, each multiplexing the video data (the photographed still picture data) with one of a plurality of audio data streams that might be used with the video data, and record all of these plural MPEG streams to the recording medium. This method means that in the example shown in Fig. 18, a number of other streams,  
10 each containing the same video packs but a different selection of audio packs, is recorded in addition to stream #1 shown in Fig. 18(e). There is a limit to the number of MPEG streams that can be recorded, however, because the storage capacity of the recording medium is also limited. More particularly, however, it is not practically possible for the user to  
15 record at the time the picture is taken all audio data that might be desirably combined with the still picture.
- (2) Decode the MPEG stream during editing to separate the still picture data from the audio data, and then re-encode the system stream with the still picture data and the new audio data. This method, however,  
20 requires system stream decoding and encoding each time the audio is edited, thus increasing the required editing time. The entire system stream is also stored as decoded (uncompressed) data, thus requiring a large amount of memory in the digital camera.
- (3) Record the video stream and audio stream as two separate  
25 (unmultiplexed) streams, and determine what audio stream to use with a particular video stream at the time of reproduction. This method makes it possible to add audio data after recording a still picture to the recording medium, and then reproduce the added audio data when reproducing the

still picture.

The inventors of the present invention have used the above method (3). More specifically, the present invention provides a method and apparatus for reproducing two MPEG streams stored separately on disc as though they are a single MPEG stream using a conventional MPEG decoder.

#### MPEG stream according to the present invention

To achieve the present invention by using a conventional decoder to reproduce two separate MPEG streams, one for still picture data and one for audio data, as noted above, it is necessary to drive the decoder to process the two MPEG streams as a single system stream.

The first problem to be overcome in processing two MPEG streams as though they are a single system stream is that a discrete time stamp is assigned to the two streams. When the two streams are processed continuously as one stream, contradictions such as a discontinuity between the time stamps assigned to the two streams can occur.

While the time stamps in the MPEG stream are multiplexed into the data, the initial time stamp value (the first system clock reference SCR in the stream) in a normal MPEG stream is not defined by the MPEG standard. In practice, therefore, the encoder assigns a specific value.

It will therefore be obvious that there is no continuity or correlation between the time stamps assigned to MPEG streams generated by different encoders. Assume, for example, that encoder A generates an MPEG stream A encoded with an initial SCR of 0, and an encoder B generates an MPEG stream B encoded with an initial SCR of 1000. The

SCR of the last pack in stream A is 27000000 (27 MHz). Here, (27 MHz) indicates that the number preceding (27 MHz) is a counted value using 27 MHz clock. Streams A and B are to be continuously processed by the decoder as a single stream. A discontinuity occurs in the SCR in this  
5 case between the end of stream A and the beginning of stream B, and there is a strong possibility that the decoder hangs up or other error occurs.

To resolve this problem, a recording apparatus according to the present invention limits the values of the time stamps (SCR, PTS, DTS)  
10 in the system streams that are generated and recorded to disc.

The MPEG stream time code limits imposed by the present invention are described next below.

Fig. 11 is referred to below to describe the time stamps used for the still picture data system stream ST1 and the audio data system  
15 stream ST2 in this preferred embodiment of the present invention.

Fig. 11(a) shows the structure of the system stream for still picture data, referred to as a video object (VOB). System clock reference SCR1 is written to the pack header of the first pack in the VOB, and PTS1 and DTS1 are written to the packet header of the first VOB. SCR2 is written  
20 to the pack header of the last pack.

Fig. 11(b) shows the VOB for the audio data system stream ST2. SCR3 is written to the pack header of the first pack in this VOB, and PTS3 is written to the packet header.

Fig. 11 (c) shows the sequence in which the still picture data and audio data system streams are input continuously to the decoder during  
25 reproduction.

In order to drive the decoder to process the still picture data system stream ST1 and audio data system stream ST2 as a single

system stream, the values assigned to the system clock reference SCR2 in the last pack of the still picture data system stream ST1, and the system clock reference SCR3 in the first pack of the audio data system stream ST2, are limited as defined by equation (1) below in the present invention.

$$\text{SCR2} + T_p \leq \text{SCR3} \quad (1)$$

where  $T_p$  is the time required to transfer one pack to the decoder. More specifically,  $T_p$  is a time period from the moment when one pack starts to enter the demultiplexer 52 until said one pack completely enters the demultiplexer 52. Since the pack merely passes through the demultiplexer 52, it is also possible to say that  $T_p$  is a time period from the moment when one pack starts to enter the buffer 53 (or 57) until said one pack completely enters the buffer 53 (or 57).

It should be noted that equation (1) limits the smallest value that can be assigned to SCR3. SCR3 is often set to zero (0) in a conventional MPEG stream. A recording apparatus according to the present invention, however, calculates the SCR3 value from equation (1).

By thus calculating the value of SCR3, SCR2 is prevented from being greater than SCR3, and the SCR values in each pack of the still picture data system stream ST1 and audio data system stream ST2 are assured of being in a rising numerical sequence from one system stream to the next.

Equation (1) also assures that the difference between SCR2 and SCR3 is at least  $T_p$ . This prevents the transfer timing of the first pack in the audio data system stream ST2 from conflicting with the transfer of the last pack in the still picture data system stream ST1, that is, transferring the first pack in the audio data system stream ST2 will not start while the last pack in the still picture data system stream ST1 is still

being transferred.

It should be further noted that if the system stream transfer rate is 8 Mbps, the pack transfer time TP will be 55296 (27 MHz); if 10.08 Mbps, the pack transfer time Tp will be 43885 (27 MHz).

5 A decoder according to the present invention is further comprised to accept input of the audio data system stream ST2 following a still picture data system stream ST1 without first resetting the STC after input thereto of a still picture data MPEG stream has been completed. This is because it would be meaningless to limit the value of the SCR in the first  
10 audio stream pack if the decoder resets the STC after still picture data input, as it conventionally does after each system stream.

By thus driving the decoder to process supplied system streams based on time stamp values calculated as described above, the decoder can handle separate still picture data and audio data system streams as  
15 a single MPEG stream. That is, a still picture data stream and a separately recorded audio data stream can be reproduced as though they are a single system stream.

The presentation time stamps PTS1 and PTS3 are also set to the same specified value as shown in equation (2) below.

20  $PTS1 = PTS3 = \text{specified value} \quad (2)$

This assures that both audio and still picture data output begin at the same time.

In this exemplary embodiment of the present invention, this specified value is

25  $90000 (90 \text{ kHz}) + T_v$

where  $T_v$  is the video frame period, and (90 kHz) indicates that the number preceding (90 kHz) is a counted value using 90 kHz clock. In an NTSC signal,  $T_v$  is therefore 3003; in a PAL signal, it is 3600.

The time stamps shown in Fig. 11 are described more specifically below with reference to a case in which still picture data and audio output begin simultaneously at approximately 1 second (90000 (90 kHz) +  $T_v$ ) after data reading based on the time stamps calculated from the above equations (1) and (2).

The time stamp for the still picture data VOB is described first.

(1) The system clock reference SCR (SCR1) for the first pack in the still picture data VOB is 0 (27 MHz).

(2) The decoding time stamp DTS (DTS1) for the first pack in the still picture data VOB is 90000 (90 kHz). Note that a still picture data VOB contains only one still picture.

(3) The presentation time stamp PTS (PTS1) for the first pack in the still picture data VOB is 93003 (90 kHz). Note that  $PTS1 = 93003$  is for an NTSC video signal; for a PAL video signal,  $PTS1 = 93600$ . This is because the video frame period ( $T_v$ ) in an NTSC signal is 3003, and is 3600 in a PAL signal. Note, further, that because a still picture data VOB contains only one still picture, all packs are output simultaneously at the time indicated by  $PTS1$ .

(4) The SCR (SCR2) of the last pack in the still picture data VOB is set to a value 27000000 (27 MHz) minus the transfer time of one pack ( $T_p$ ).

The value 27000000 (27 MHz) is called a base value below.

This base value is set so that the longest delay between when moving picture data is input to the decoder buffer and when it is decoded is 1 second (27000000 (27 MHz)).

More specifically, if the maximum moving picture data storage time is applied to still picture data, all packs in the still picture data VOB must be transferred to the decoder within 1 second (27000000 (27 MHz)). If

SCR1 for the first pack is 0, the data stored in the first pack will be decoded within 1 second (27000000 (27 MHz)) after it is transferred to the decoder, and the SCR (SCR2) of the last pack in the same still picture data VOB is therefore pack transfer time  $T_p$  less than 27000000 (27 MHz).

The PTS value and this base value are defined as described above to ensure encoder compatibility. In other words, if the still picture data system stream ST1 and audio data system stream ST2 are encoded using the values derived from equations (1) and (2), the above specified PTS value, and the above base value, the present invention can be applied regardless of what encoder generates the system streams.

It should be noted that the base value is defined in this preferred embodiment as 27000000 (27 MHz). The following equations (3) and (4) can therefore be derived where this base value is MaxT.

$$\text{SCR2} + T_p \leq \text{MaxT} \quad (3)$$

$$\text{SCR3} = \text{MaxT} \quad (4)$$

The time stamps of the audio data VOB are described next.

(1) The system clock reference SCR (SCR3) of the first audio pack is 27000000 (27 MHz). Using this value, the audio pack will be input to the decoder continuously to the preceding still picture data VOB at the shortest time satisfying equation (1). In addition, because the still picture data PTS1 is 93003 (90 kHz), the SCR must be set to a smaller value in order to simultaneously output the audio.

(2) The presentation time stamp PTS (PTS3) of the first audio frame in the VOB is 93003 (90 kHz). As noted above, this is for an NTSC video signal; if PAL video, PTS3 is 93600.

It will also be obvious to one with ordinary skill in the related art



that insofar as the still picture data VOB and audio data VOB are encoded to satisfy equations (1) and (2), the present invention shall not be limited to the conditions (values) described above.

For example, if the video is an NTSC signal and the first SCR is  
5 27000000 (27 MHz) rather than 0, the following values apply.

$$\text{SCR1} = 27000000 (= 1 \text{ sec})$$

$$\text{SCR2} \leq 53944704 (= \text{SCR3} - T_p)$$

$$\text{SCR3} = 54000000 (= \text{SCR1} + 1 \text{ sec})$$

$$\text{PTS1} = \text{PTS3} = 183003 (= \text{DTS1} + 3003)$$

10  $\text{DTS1} = 180000 (= 1 \text{ sec})$

If the video is an NTSC signal, the first SCR is 0, and PTS is 1 second, the following values apply.

$$\text{SCR1} = 0$$

15  $\text{SCR2} \leq 26043804 (= \text{SCR3} - T_p)$

$$\text{SCR3} = 26099100 (= 1 \text{ sec} - 3003 \times 300)$$

$$\text{PTS1} = \text{PTS3} = 90000 (= 1 \text{ sec})$$

$$\text{DTS1} = 86997 (= \text{PTS1} - 3003)$$

20 If the video is a PAL signal and the first SCR is 27000000 (27 MHz), the following values apply.

$$\text{SCR1} = 27000000 (= 1 \text{ sec})$$

$$\text{SCR2} \leq 53944704 (= \text{SCR3} - T_p)$$

$$\text{SCR3} = 54000000 (= \text{SCR1} + 1 \text{ sec})$$

25  $\text{PTS1} = \text{PTS3} = 183600 (= \text{DTS1} + 3600)$

$$\text{DTS1} = 180000 (= 1 \text{ sec})$$

If the video is a PAL signal, the first SCR is 0, and PTS is 1

second, the following values apply.

$$\text{SCR1} = 0$$

$$\text{SCR2} \leq 25864704 (= \text{SCR3} - T_p)$$

$$\text{SCR3} = 25920000 (= 1 \text{ sec} - 3600 \times 300)$$

5      $\text{PTS1} = \text{PTS3} = 90000 (= 1 \text{ sec})$

$$\text{DTS1} = 86400 (= \text{PTS1} - 3600)$$

If the transfer rate is 10.08 Mbps, and the video is an NTSC signal, the following values apply.

10      $\text{SCR1} = 0$

$$\text{SCR2} \leq 26956115 (= \text{SCR3} - T_p (= 43885))$$

$$\text{SCR3} = 27000000 (= 1 \text{ sec})$$

$$\text{PTS1} = \text{PTS3} = 93003 (= \text{DTS1} + 3003)$$

$$\text{DTS1} = 90000 (= 1 \text{ sec})$$

15

If the transfer rate is 10.08 Mbps, and the video is a PAL signal, the following values apply.

$$\text{SCR1} = 0$$

$$\text{SCR2} \leq 26956115 (= \text{SCR3} - T_p (= 43885))$$

20      $\text{SCR3} = 27000000 (= 1 \text{ sec})$

$$\text{PTS1} = \text{PTS3} = 93600 (= \text{DTS1} + 3600)$$

$$\text{DTS1} = 90000 (= 1 \text{ sec})$$

25     An operation whereby an MPEG stream having time stamps defined as described above is processed by an exemplary decoder is described next below with reference to Fig. 19 and Fig. 20. Note that this decoder is comprised as shown in Fig. 5.

Like Fig. 18, Fig. 19 shows the relationship between decoder

operation in digital still camera according to the present invention and the various time stamps when photo #1 is reproduced.

The video output, still picture #1, and audio output, audio #1, that are output for photo #1 are shown in Figs. 19(a) and 19(b). Figs. 19(c) and 19(d) show the change in the data stored to the video buffer 53 and audio buffer 57 as still picture #1 and audio #1 are decoded and output. Fig. 19(e) shows the pack sequence and the time stamps (SCR, PTS, DTS) written to each pack of the video stream #1 and audio stream #1, both of which are MPEG streams, when photo #1 is stored to disc as two streams #1 and #2.

It should be noted that the packet structure and further description thereof are omitted here as in Fig. 18.

The first part of the description of the reproduction operation of a digital still camera according to the present invention starts with the operation for transferring the packs of streams #1 and #2 shown in Fig. 19(e) to the demultiplexer 52.

As shown in Fig. 19(e), stream #1 comprises video pack V1, video pack V2, video pack V3, and video pack V4 multiplexed in sequence from the beginning of the stream. Stream #2 likewise comprises audio pack A1 and audio pack A2 multiplexed in sequence starting from the beginning of the stream. It is important to note here that stream #1 comprises only video packs, and stream #2 comprises only audio packs.

The pack header of each pack also contains a system clock reference SCR. As shown in Fig. 19(e), SCR#1 of video pack V1 in stream #1 is time t1; SCR#2 of video pack V2 is time t2; SCR#3 of video pack V3 is time t3; and SCR#4 of video pack V4 is time t4. The presentation time stamp PTS and decoding time stamp DTS are also set in the first video pack in the video stream V1. PTS#1 in video pack V1 is

time t8, and DTS#1 is time t6.

In this preferred embodiment as described above, the value of time t1, that is, the value of SCR#1 in the first video pack V1, is 0. The value of SCR#4 in the last video pack V4 is likewise  $27000000 (27 \text{ MHz}) - T_p$ , where  $T_p$  is the pack transfer time described above and is 55296 (27 MHz). Assuming that the video data is NTSC coded, time t8 of PTS#1 is 93003 (90 kHz), and time t6 of DTS#1 is 90000 (90 kHz).

The system clock reference SCR#5 of the first audio pack A1 in stream #2 is time t7, and SCR#6 of audio pack A2 is time t9. A presentation time stamp PTS is also set in audio packs A1 and A2. PTS#5 in audio pack A1 is time t8, and PTS#6 in audio pack A2 is time t10.

In this preferred embodiment as described above, the value of time t7, that is, the value of SCR#5 in the first audio pack A1, is 27000000 (27 MHz). Time t8 of PTS#5 in audio pack A1 is the same as the video data PTS, that is, 93003 (90 kHz).

The system time clock STC is reset to time t1, the value of SCR#1 in the first video pack V1, and each pack in stream #1 is then input to the demultiplexer 52 at the time indicated by the SCR of each pack.

That is, as shown in Fig. 19(e), the first video pack V1 is input to the demultiplexer 52 at time t1, video pack V2 is input at time t2, video pack V3 at time t3, and video pack V4 at time t4.

The decoding process of a digital still camera according to the present invention differs from a conventional camera as described with reference to Fig. 18 in that the system time clock STC of the decoder is not reset after all of stream #1 is input, and the packs of stream #2 are input continuously to the demultiplexer 52 at the SCR timing written to each pack.

The first audio pack A1 in stream #2 is thus input to the demultiplexer 52 at time t7, and audio pack A2 is input at time t9.

It is important to note here that the SCR#4 of the last video pack V4 and the SCR#5 of the first audio pack A1 are set to satisfy equation (1) above, which can thus be restated as follows.

$$\text{SCR\#4} + T_p \leq \text{SCR\#5} \quad (1)$$

Continuity between the SCR values of stream #1 and stream #2 is thus assured, the interval therebetween is at least equal to the pack transfer time, and the decoder can thus continuously process two streams without hanging up.

The demultiplexer 52 outputs video packs input thereto to the video buffer 53, and outputs audio packs input thereto to the audio buffer 57.

The second part of the reproduction operation of a digital camera according to the present invention described below is the data decoding and output operation of the video packs output to the video buffer 53.

As shown in Fig. 19(c), while there is an ignorable delay between the video packs output from the demultiplexer 52, the video packs are accumulated to the video buffer 53 at the SCR timing, that is, at time t1, t2, t3, and t4. Still picture #1 comprises video packs V1 to V4. As a result, all video packs constituting still picture #1 have been stored to the video buffer 53 once video pack V4 has been stored to the video buffer 53. As shown in Fig. 19(e), the decoding time stamp DTS of still picture #1 comprising video packs V1 to V4 is time t6. The data accumulated to the video buffer 53 is therefore decoded by video decoder 54 at time t6, and the data is cleared from the video buffer, thereby increasing the available buffer capacity.

The decoded video pack data of still picture #1 is an I picture. The

decoded I picture is stored to re-ordering buffer 55, and is output from the decoder at PTS time t8.

5 The third part of the reproduction operation of a digital camera according to the present invention described below is the relationship between the time stamps and the operation whereby audio pack data output to the audio buffer 57 is decoded and output.

As shown in Fig. 19(d), the audio packs output from the demultiplexer 52 are stored to the audio buffer 57 at time t7 and t9, thus increasing the amount of data stored to the audio buffer 57. Unlike the  
10 video data, the PTS and DTS are the same in the audio data. As a result, audio data is output at the same time the audio decoder 58 [57, sic, and below] decodes the audio pack data. More specifically, the audio pack A1 data stored to audio buffer 57 is decoded by audio decoder 58 at the presentation time stamp PTS, i.e., time t8, and audio output begins. The  
15 audio pack A2 data stored to the audio buffer 57 at time t9 is then decoded and output at the PTS, that is, time t10, by audio decoder 58.

It is important to note here that the PTS is the same in the still picture data stream #1 and the audio data stream #2. As a result, stream #1 and stream #2 are input to the decoder at different times, but are  
20 output at the same time, which is determined by the PTS.

It will therefore be obvious that insofar as the time stamps are within the limits defined above, an MPEG stream comprising only still picture data, and an MPEG stream comprising only audio data, can be processed continuously, one following the other, by a decoder, with the  
25 audio and video presentation occurring simultaneously.

It will also be obvious that by recording the still picture data MPEG stream and audio data MPEG stream separately to disk, the audio to be reproduced with a particular still picture can be freely and easily changed

and edited after the still picture data is captured and recorded.

Assume, for example, that still picture #1 and audio #1 described above with reference to Fig. 19 are the data recorded to disk when the image was photographed. To later change the audio that is to be output simultaneously with the still picture #1, it is only necessary to record an MPEG stream encoded with time stamps derived from equations (1) and (2). An example of this new audio #2 additionally recorded as MPEG stream #3 is shown in Fig. 20.

Though not shown in the figures, management information indicating what audio data MPEG stream is to be reproduced simultaneously with the MPEG stream for still picture #1 is also recorded to disk. This management information can then be updated so that the MPEG stream for audio #2 is reproduced simultaneously with the MPEG stream for still picture #1 instead of the MPEG stream for audio #1.

#### DVD-RAM description

DVD-RAM is described next below as a recording medium and recording format suitable for recording MPEG streams as described above.

Advances in high density recording technologies for rewritable optical discs have expanded their range of applications from computer data and music to image data. A typical conventional optical disc has a guide channel of either lands or grooves formed on the signal recording surface of the disc. This has meant that signals are recorded using only the lands or the grooves. The development of a land and groove recording method, however, has enabled signals to be recorded to both lands and grooves, thus approximately doubling the recording density of the disc.

Constant linear velocity (CLV) control is also an effective means of improving recording density, and the development of a zoned CLV control method has made it easier to implement CLV control.

How to utilize these high capacity optical discs to record AV data, including video and other image data, and achieve new products with features and functions far surpassing those of conventional AV products is a major concern for the industry.

It is also thought that the availability of large capacity, rewritable optical disc media will result in the primary medium for recording and reproducing AV materials changing from conventional tape media to optical disc media. The change from tape to disc media will also have wide-ranging effects on the functions and performance of AV equipment.

One of the greatest benefits to be gained from a switch from tape to disc media is a significant increase in random access performance. While it is possible to randomly access tape media, several minutes may be required to access a particular part of the tape due to the need to fast-forward and/or rewind in a linear fashion. When compared with the seek time of optical disc media, which is typically on the order of several 10 milliseconds, there is an obvious and significant improvement in random access performance achieved by a switch to disc media. Tape is therefore obviously unsuitable as a random access medium.

Random access also means that distributed (that is, non-contiguous) recording of AV material is possible with optical disc media, though impossible with conventional tape media.

#### Logic structure of DVD-RAM media

The logic structure of DVD-RAM media is described next below with reference to Fig. 8. Fig. 8(a) shows the directory file and the



organization of the disc recording area.

The recording area of the optical disc is arranged into a plurality of physical sectors in a spiral pattern from the inside circumference to the outside circumference of the disc.

5       The physical sectors of the disc are further allocated to one of three areas from the inside circumference to the outside circumference of the disc. A lead-in area is located at the inside circumference area of the disc. A lead-out area is located at the outside circumference area of the disc. A data area is provided between the lead-in and lead-out areas.

10       Each sector also has an address segment and a data segment. The address segment stores address information specifying the location of that sector on the optical disc, and an identifier identifying whether the sector is in the lead-in, data, or lead-out area. Digital data is stored to the data segment.

15       The data segment of sectors in the lead-in area contains information for initializing the device used to reproduce data from the disc (reproduction device). This information typically includes a reference signal required for servo stabilization, and an ID signal for differentiating one disc from another.

20       The data segment of sectors in the data area records the digital data constituting the application [? or user data ?] stored to the disc.

The lead-out area identifies the end of the recording area for the reproduction device.

25       Management information for managing disc content and constituting the file system is recorded to the beginning of the data area. This management information is the volume information. The file system is a table of contents for grouping a plurality of disc sectors into groups, and managing these disc sector groups. A DVD-RAM medium according

to the present invention preferably uses the file system defined in ISO 13346.

An optical disc according to this preferred embodiment has a file directory structured as shown in Fig. 8 (a).

5 All data handled by a DVD recording apparatus belongs to the VIDEO\_RT directory directly under the ROOT directory.

There are two basic file types handled by a DVD recording apparatus: a single management information file, and at least one, though typically plural, AV files.

10

#### Management information file

The content of the management information file is described next with reference to Fig. 9 (a).

15 The management information file contains a VOB (video object) table and a PGC (program chain) table. A VOB is an MPEG program stream. The program chain defines the reproduction order of individual cells. A cell is a logic unit for reproduction, and corresponds to a particular part or all of a VOB. In other words, a VOB is a meaningful unit in an MPEG stream, and the PGC is unit reproduced by an MPEG stream reproducing apparatus.

20

The VOB table records the number of VOBs (Number\_of\_VOBs), and certain information about each VOB. This VOB information includes: the name of the corresponding AV file (AV\_File\_Name); the VOB identifier (VOB\_ID); the start address in the AV file (VOB\_Start\_Address); the end start address in the AV file (VOB\_End\_Address); the VOB playback time (VOB\_Playback\_Time); and stream attributes (VOB\_Attribute).

25

The PGC table records the number of PGCs (Number\_of\_PGCs)

[Number\_of\_VOBS, sic], and certain information about each PGC. This PGC information includes: the number of cells in the PGC (Number\_of\_Cells), and certain cell information.

5 This cell information includes: the corresponding VOB\_ID; the cell start time in the VOB (Cell\_Start\_Time); the cell playback time in the VOB (Cell\_Playback\_Time); the address at which cell playback starts in the VOB (Cell\_Start\_Address) and the address at which cell playback ends (Cell\_End\_Address); an audio flag indicating that there is audio to be reproduced simultaneously with the still picture data (Audio\_Flag).  
10 When Audio\_Flag is set to 1, cell extension information exists for the related audio data, that is, the VOB\_ID, Cell\_Start\_Time, Cell\_Playback\_Time, Cell\_Start\_Address, and Cell\_End\_Address. When Audio\_Flag is reset to 0, cell extension information for the related audio data does not exist.

15 It is important here to note the audio flag (Audio\_Flag), which is used to declare whether or not there is audio data to be output simultaneously with the still picture.

#### AV file

20 The AV file structure is described next with reference to Fig. 9 (b).

An AV file has at least one, and typically plural, VOBS. VOBS are recorded continuously to disc, and VOBS associated with a particular AV file are arranged contiguously on disc. VOBS in an AV file are managed using the VOB info in the management information file. When the DVD  
25 reproducing apparatus first accesses the management information file, it reads the VOB start and end addresses, and is thus able to access the VOB.

The logical reproduction unit of the VOB is the cell. A cell is a part

of the VOB to be reproduced; it may correspond to the entire VOB, and can be set as desired by the user. These cells make editing simple without actually manipulating the AV data. As with a VOB, cell access is managed using the cell information in the management information file. A  
5 DVD reproducing apparatus thus accesses the management information file to read the cell start and end address information in order to access a cell.

Cell address information is referenced to the VOB, and VOB address information is referenced to the AV file. As a result, the DVD  
10 reproducing apparatus accesses a cell by adding the cell address information to the VOB address information to calculate the address in the AV file, enabling the DVD reproducing apparatus to access the AV file.

#### 15 Links between still picture data and audio data

How a still picture and audio are synchronously reproduced is described next with reference to Fig. 10.

Fig. 10 (a) shows part of the management information file described above. As shown in Fig. 10 (a), cell information for a still  
20 picture contains access information (VOB\_ID, Cell\_Start\_Time, Cell\_Playback\_Time, Cell\_Start\_Address, and Cell\_End\_Address) for the still picture data and the corresponding audio data.

The audio flag (Audio\_Flag) declares whether there is audio data to be reproduced with the still picture data. Therefore, when the audio  
25 flag indicates that there is audio data to be reproduced with the still picture data, the cell also contains access information for the audio data VOB.

A relationship between still picture data and audio data is thus

established by setting the audio flag (Audio\_Flag) and declaring the VOB information for the audio data.

Fig. 10 (b) shows an AV file for still picture data and audio data. Data stored in a VOB is either still picture data or audio data. There is  
5 no VOB that contains both still picture data and audio data in a multiplexed manner. Unlike moving picture data VOBs, in the present invention, still picture data VOBs comprise only a single I picture video frame, an intraframe compressed video image, and audio data VOBs contain only audio data. The still picture data and audio data playback  
10 control information is generated by referring to the cell information for the still picture data VOBs and audio data VOBs, and defining the still picture cell playback order from the PGC.

It is therefore possible to freely combine still picture data and audio data streams by defining the playback order of referenced cells for  
15 separately recorded still picture data and audio data.

It should be noted that while this preferred embodiment has been described as having two VOBs for one MPEG stream; one for the video data and the other for the audio data, the data structure is not limited as  
20 such as long as the audio data and the video data can be separated, and the separated audio data can be replaced with another audio data.

For example, the video data (video stream part) and the audio data (audio stream part) can be incorporated in a single VOB. Such an example is shown in Fig. 10(c). In this case, the video data of the still picture is stored in the video part, which is located in the leading half  
25 portion of the VOB, and the audio data is stored in the audio part, which is located in the trailing half portion of the VOB. Fig. 10(c) shows RTR\_STO.VRO file, such as shown in Fig. 8(b).

It is noted that the first system stream ST1 shown in Fig. 11 and

the video part shown in Fig. 10(c) are generally referred to as a video part stream. Similarly, the second system stream ST2 shown in Fig. 12 and the audio part shown in Fig. 10(c) are generally referred to as an audio part stream.

5           The file structure may also be as shown in Fig. 8(b). In this case, the VIDEO\_RT directory corresponds to the DVD\_RTR directory, and RTR.IFO, RTR\_STO.VRO, RTR\_STA.VRO, and RTR\_MOV.VRO files are under the DVD\_RTR directory.

10           The RTR.IFO file corresponds to the management information file. The RTR\_STO.VRO and RTR\_STA.VRO files are related to the still picture data. The RTR\_STO.VRO file records the still picture data (video part) and the audio data (audio part) simultaneously recorded with the still picture data. The RTR\_STA.VRO file records only the audio data (audio part) edited after initial recording. Audio data in the  
15           RTR\_STA.VRO file is recorded with a relationship to still picture data recorded in the RTR\_STO.VRO file. Moving picture data is recorded separately from still picture data in the RTR\_MOV.VRO file.

#### Still picture data VOB and audio data VOB

20           As described above with reference to Fig. 11, the time stamps for the still picture data VOBs and audio data VOBs are as shown below.

$$\text{SCR1} = 0$$

$$\text{SCR2} \leq 27000000 \text{ (27 MHz)} - T_p$$

$$\text{SCR3} = 27000000 \text{ (27 MHz)}$$

25            $T_p = 55296 \text{ (27 MHz)}$

$$\text{PTS1} = \text{PTS3} = 90000 + T_v$$

$$\text{DTS1} = 90000$$

### Description of a DVD recording apparatus

A DVD recording apparatus is described next.

Fig. 1 is a block diagram of a DVD recording apparatus. Shown in Fig. 11 are: an optical pickup 11 for reading data from and writing data to a disc; an error correction code (ECC) processor 12; a track buffer 13; a switch 14 for changing input to and output from the track buffer 13; an encoder 15; and a decoder 16. Reference numeral 17 is an enlarged view of the disc surface.

As shown in enlarged view 17, the smallest recording unit for data recorded to a DVD-RAM disc is the sector, which holds 2KB. One ECC block contains 16 sectors, and is the unit processed by the ECC processor 12 for error correction.

Using a track buffer 13 enables AV data recorded at non-contiguous locations on the disc to be supplied to the decoder without an interruption in the data stream. This is described below with reference to Fig. 2.

Fig. 2 (a) shows the address space on the disc. When the AV data is recorded to two separate contiguous regions, [a1, a2] and [a3, a4] as shown in Fig. 2 (a), continuous presentation of the AV data can be maintained while seeking address a3 from a2 by supplying data accumulated to the track buffer to the decoder. This is illustrated in Fig. 2 (b).

When reading AV data from address a1 starts at time t1, the data is input to the track buffer with output from the track buffer beginning at the same time. There is, however, a difference of  $(V_a - V_b)$  between the track buffer input rate  $V_a$  and the output rate  $V_b$  from the track buffer. This means that data gradually accumulates in the track buffer at the rate  $(V_a - V_b)$ . This continues to address a2 at time t2. If  $B(t_2)$  is the

amount of data accumulated in the track buffer at time  $t_2$ , the data  $B(t_2)$  stored in the track buffer can be supplied to the decoder until reading begins again from address  $a_3$  at time  $t_3$ .

5 More specifically, if the amount of data read from  $[a_1, a_2]$  before the seek operation begins is at least equal to a predetermined amount, i.e., at least equal to the amount of data supplied to the decoder during the seek operation, AV data can be supplied without interruption to the decoder.

10 It should be noted that the still picture data system stream ST1 and audio data system stream ST2 processed contiguously by the decoder in the present invention is not necessarily contiguously recorded to the disc. In the case shown in Fig. 20, for example, there are two audio data system streams, streams #2 and #3, that can be processed continuously with the still picture data system stream ST1 #1 by the decoder. It will be obvious that only one of these audio data system streams can be recorded contiguously to the still picture data system stream ST1 on disc, and the other audio data system stream ST2 must be recorded at an address that is non-contiguous to stream #1.

20 A DVD recording apparatus comprised as described above, however, can still supply two non-contiguous streams to the decoder with no interruption between the streams. The decoder can therefore continuously process two streams, and the operation described with reference to Fig. 19 can be assured.

25 It should be further noted that while the above example has addressed reading, that is, reproducing data from DVD-RAM, the same principle applies to writing, that is, recording data to DVD-RAM.

More specifically, insofar as a predetermined amount of data is recorded contiguously to DVD-RAM, continuous reproduction and



recording are possible even if the AV data is recorded non-contiguously.

Fig. 12 is a block diagram of a DVD recording apparatus.

Shown in Fig. 12 are: a user interface 1201 for presenting  
messages to the user and receiving commands from the user; a system  
5 controller 1202 for overall system control and management; an input  
section 1203, typically a camera and microphone; an encoder 1204,  
including a video encoder, audio encoder, and system stream encoder;  
an output section 1205, typically comprising a monitor and speaker; a  
decoder 1206, including a system stream decoder, audio decoder, and  
10 video decoder; a track buffer 1207; and a drive 1208.

The recording operation of a DVD recording apparatus thus  
comprised is described next below with reference to the flow charts in  
Fig. 13, Fig. 14, and Fig. 15.

Operation starts when a user command is received by the user  
15 interface 1201. The user interface 1201 passes the user command to the  
system controller 1202. The system controller 1202 interprets the user  
command, and appropriately instructs the various modules to perform the  
required processes. Assuming that the user request is to capture a still  
picture and record the accompanying audio, the system controller 1202  
20 instructs the encoder 1204 to encode one video frame and encode the  
audio.

The encoder 1204 thus video encodes and then system encodes  
the one video frame sent from the input section 1203, thus generating a  
still picture data VOB. The encoder 1204 then sends this still picture data  
25 VOB to the track buffer 1207. (S1301)

This still picture data VOB encoding process is described more  
specifically below with reference to Fig. 14.

The encoder 1204 first initializes the various time stamps. In this

example, it resets the system clock reference SCR to 0, and initializes the PTS and DTS to 93003 (90 kHz) and 90000 (90 kHz), respectively. (S1401) Note that if PAL video is used, the PTS is initialized to 93600 (90 kHz).

5           If still picture data recording is not completed, the encoder 1204 converts the still picture data to a pack and packet structure. (S1404)

          Once the pack and packet structure is generated, the encoder 1204 calculates the SCR, DTS, and PTS time stamps, and inserts these values to the pack and packet stream of still picture data. (S1405) Note  
10       that the SCR of the first pack is set to the initialization value of 0, and the PTS and DTS are set to the initialization values of 93003 (90 kHz) and 90000 (90 kHz), respectively. The SCR of the last pack in the stream is forced to a time stamp earlier than 27000000 (27 MHz) minus the pack transfer time  $T_p$ .

15           The encoder 1204 then loops back to S1402, and determines whether still picture data recording has finished. If it has, the encoder 1204 notifies the system controller 1202 that still picture data VOB generation has been completed. The system controller 1202 then controls the drive 1208 to record the still picture data VOBs stored to the  
20       track buffer 1207 to the DVD-RAM disc. (S1403)

          It will also be obvious to one with ordinary skill in the related art that while a DVD recording apparatus according to this preferred embodiment of the invention records to DVD-RAM disc after all still picture data VOBs have been generated, recording can proceed parallel  
25       to still picture data VOB generation to record the VOBs as they are generated.

          Returning to Fig. 13, after still picture data encoding is completed, the encoder 1204 determines whether there is an audio recording to

encode. If there is, it begins encoding the audio data sent from the input section 1203, and sequentially transfers the generated audio data VOBs to the track buffer 1207. (S1302, S1303)

5 This audio data encoding process is described more specifically below with reference to Fig. 15.

The encoder 1204 first initializes the SCR and PTS time stamps. In this example, it sets the system clock reference SCR to 27000000 (27 MHz), and initializes the PTS to 93003 (90 kHz). Note that if the simultaneously presented still picture is PAL video, the PTS is initialized to 93600 (90 kHz). (S1501)

10 If audio data recording is not completed, the encoder 1204 converts the audio data to a pack and packet structure (S1504), and calculates and insets the SCR and PTS time stamps (S1505). In this example, the SCR of the first pack is set to the initialization value of 27000000 (27 MHz), and the PTS is set to 93003 (90 kHz).

15 The encoder 1204 then loops back to S1502, and determines whether audio data recording has finished. If it has, the encoder 1204 notifies the system controller 1202. The system controller 1202 then controls the drive 1208 to record the audio data VOBs stored in the track buffer 1207 to the DVD-RAM disc. (S1503)

20 It will also be obvious to one with ordinary skill in the related art that while a DVD recording apparatus according to this preferred embodiment of the invention records to DVD-RAM disc after all audio data VOBs have been generated, recording can proceed parallel to audio data VOB generation to record the VOBs as they are generated.

25 The DVD recording apparatus continues recording still picture data and audio data to the DVD-RAM disc using the above-described recording method until the user stops stream recording.

A stop recording command from the user is applied to the system controller 1202 from the user interface 1201. The system controller 1202 thus sends a stop recording command to the encoder 1204, and controls the drive 1208 to record the remaining VOBs in the track buffer 1207 to the DVD-RAM disc.

After completing the above-described sequence, the system controller 1202 generates a management information file containing a VOB table and PGC table as shown in Fig. 9 (a), and drives the drive 1208 to record the management information file to the DVD-RAM disc. (S1304)

Decision diamond S1305 then determines whether audio data was recorded. If it was, the audio flag (Audio\_Flag) is set to 1 in this example (S1306); if there was no audio data, the audio flag (Audio\_Flag) is reset to 0 in this example (S1307).

The management information is also set to adjust the cell playback time (Cell\_Playback\_Time) for the still picture data and audio data to the audio playback time.

The recording method according to the present invention as described above thus records to DVD-RAM disc still picture data and audio data in which the time stamps are assigned to predetermined values.

The playback (reproducing) apparatus of the DVD recording apparatus is described next below with reference to Fig. 12 and the flow chart in Fig. 16.

Operation starts when a user command is received by the user interface 1201. The user interface 1201 passes the user command to the system controller 1202. The system controller 1202 interprets the user

command, and appropriately instructs the various modules to perform the required processes. Assuming that the user request is to play the disc, the system controller 1202 controls the drive 1208 to read the PGC table containing the playback order from the management information file.

5           The system controller 1202 then determines specific PGC information based on the PGC table read from disc. Following the playback order indicated by the PGC information, the system controller 1202 reproduces the corresponding VOBs. More specifically, the PGC information contains the cell playback order. Each cell contains a  
10   VOB\_ID and VOB start and end address information. This cell information is what enables accessing the still picture data VOBs. (S1601)

          The system controller 1202 then determines the state of the audio flag (Audio\_Flag) in the still picture data cell to be reproduced. (S1602)

15           If the audio flag (Audio\_Flag) is set (= 1), the system controller 1202 reads the extended audio VOB information, that is, the VOB\_ID and VOB start and end addresses, from the still picture data cell information to read both the still picture data VOB and the audio data VOB to be simultaneously reproduced. (S1603)

20           As described above, the cell address information is referenced to the VOB, and VOB address information is referenced to the AV file. In practice, therefore, the VOB address information is added to the cell address information to calculate the address in the AV file that is used by the DVD reproducing apparatus to access and read AV data recorded to  
25   the DVD-RAM disc. (S1604)

          It should be noted that if the audio flag (Audio\_Flag) is not set (i.e., is reset to 0), that is, only still picture data is to be reproduced with no audio, the still picture data is presented for the time indicated by the

Cell\_Playback\_Time stored in the management information file.

The decoder process for continuously processing still picture data VOBs and audio data VOBs when the audio flag (Audio\_Flag) is set (= 1) is described more specifically below.

5           That is, the system controller 1202 first reads a still picture data VOB into the track buffer 1207, and if the audio flag (Audio\_Flag) is set, instructs the decoder 1206 to decode the still picture data VOBs during the time needed to read the audio data VOB into the track buffer 1207. The decoder 1206 is instructed to begin decoding as soon as audio data  
10           VOB reading starts. The decoder 1206 thus reads MPEG streams stored to the track buffer 1207, and passes the decoded data to the output section 1205. The output section 1205 outputs data received from the decoder 1206 to the monitor and speaker at the presentation time specified in the data.

15           By thus first reading and decoding still picture data as described above, image data and audio data can be reproduced synchronized to a specified presentation time once audio data reading begins.

          It is important to note here that the decoder 1206 is able to process a single still picture and accompanying audio data as a single  
20           VOB by constructing still picture data VOBs and audio data VOBs as described above.

          It should also be noted that while the present invention has been described above with reference to a DVD-RAM disc, it can also be used with other types of media. The present invention shall therefore not be  
25           limited to DVD-RAM discs and other types of optical discs.

          Furthermore, the present invention has been described using by way of example an audio stream as the stream to be simultaneously reproduced with the still picture data system stream ST1. The invention

shall not be so limited, however, and other types of information that can be output with a still picture data system stream ST1 can be alternatively used. For example, a secondary image system stream comprising bitmapped data or text data can also be used. A typical application for  
5 such a second image system stream is to provide captions or subtitles displayed superimposed on the photographed still picture.

Yet further, the present invention has been described using the cell as the unit for linking still picture data and audio data. Alternatively, one cell could be equal to one VOB, and the still picture data and audio  
10 data could be linked in VOB units.

Yet further, the present invention has been described using same the cell playback time (Cell\_Playback\_Time) information in the still picture data and audio data. The cell playback time, however, need not necessarily be the same. For example, the audio data information could  
15 be given priority such that when the reproducing apparatus reads a different cell playback time (Cell\_Playback\_Time) it ignores the playback information for the still picture data.

Yet further, the present invention has been described with the still picture data VOBs and audio data VOBs recorded to an AV file  
20 separately from other VOBs. The present invention does not impose any limits on the AV file structure, however, and still picture data VOBs and audio data VOBs can be recorded with other VOBs in the same AV file.

#### Advantages of the invention

25 In an optical disc to which at least still picture data and audio data are recorded to separate recording areas as MPEG streams having a pack and packet structure, the time at which input of the last pack of still picture data to the decoder buffer starts (system clock reference SCR2),

and the time at which input of the first pack of audio data to the decoder buffer starts (system clock reference SCR3), are recorded by means of the present invention to satisfy the equation

$$\text{SCR2} + T_p \leq \text{SCR3}$$

5 where  $T_p$  is the time required to transfer one pack to the decoder buffer.

This makes it possible to decode separately recorded still picture data and audio data system streams as though they are a single MPEG stream.

10 In addition, by recording the time at which input of the first pack of still picture data to the decoder buffer starts (SCR1), the time at which input of the last pack of still picture data to the decoder buffer starts (SCR2), and the time at which input of the first pack of audio data to the decoder buffer starts (SCR3), to the following values:

$$\text{SCR1} = 0$$

15  $\text{SCR2} + T_p \leq 27000000 \text{ (27MHz)}$

$$\text{SCR3} = 27000000 \text{ (27MHz)}$$

still picture data and audio data encoded by different encoders can still be decoded as though they are a single MPEG stream.

20 Furthermore, by recording the [still picture] data presentation start time (PTS1) and audio data presentation start time (PTS3) as the same values, still picture data can be presented synchronized to the audio data, that is, presentation can begin simultaneously.

In addition, by defining the still picture data presentation start time (PTS1) and audio data presentation start time (PTS3) as follows:

25  $\text{PTS1} = \text{PTS3} = 90000 \text{ (90kHz)} + T_v$

the decoder can synchronously reproduce even still picture data and audio data encoded by different encoders.

Yet further, by setting an identification flag (Audio\_Flag) for



declaring the presence of audio data to be synchronously reproduced in the management information of still picture data, an optical disc reproducing apparatus can determine whether there is audio data to be reproduced, and still picture data and audio data can thus be  
5 synchronously reproduced.

Although the present invention has been described in connection with the preferred embodiments thereof with reference to the accompanying drawings, it is to be noted that various changes and modifications will be apparent to those skilled in the art. Such changes  
10 and modifications are to be understood as included within the scope of the present invention as defined by the appended claims, unless they depart therefrom.

## CLAIMS

1. An optical disc that is reproducible by a reproducing apparatus having a decoder buffer (53, 57), decoder (54, 58), and output section (55, 56), said optical disc having recorded thereto
- 5 a video part stream (ST1) comprising a plurality of units containing still picture data for at least one picture, and
- an audio part stream (ST2) comprising one or a plurality of units containing audio data to be reproduced with the still picture data;
- wherein said units store time stamp information indicative of a time
- 10 required for a decoding process and output,
- said time stamp information includes a time SCR2 indicative of a time at which the last unit in the video part stream is input to a decoder buffer (53), and
- a time SCR3 indicative of a time at which the first unit in the audio
- 15 part stream is input to a decoder buffer (57), and
- said times SCR2 and SCR3 are defined to satisfy the following equation:
- $$\text{SCR2} + T_p \leq \text{SCR3}$$
- where  $T_p$  is the time required from the start to the end of inputting one
- 20 unit to a decoder buffer.
2. The optical disc as set forth in claim 1, wherein the time stamp information further includes a time SCR1 indicative of a time at which the first unit in the video part stream is input to a decoder buffer, and times
- 25 SCR1 and SCR2 are defined as follow:
- $$\text{SCR1} = 0$$
- $$\text{SCR2} + T_p \leq 27000000 \text{ (27 MHz)}$$
- where (27 MHz) indicates that the numeric value shown therebefore is a

count of a 27 MHz clock.

3. The optical disc as set forth in claim 3, wherein time SCR3 is defined as:

5           SCR3 = 27000000 (27 MHz).

4. The optical disc as set forth in any of claims 1 to 3, wherein the time stamp information further includes:

          time PTS1 indicative of a time at which the video part stream is  
10       output from the output section (55, 56);

          time PTS3 indicative of a time at which the audio part stream is  
output from the decoder (58); and

          times PTS1 and PTS3 are the same.

15       5. The optical disc as set forth in any of claims 1 to 4, wherein the time stamp information further includes:

          decoding start time DTS1 indicative of a time at which a decoder  
(53) starts decoding the video part stream; and

          time DTS1 is defined as:

20           DTS1 = 90000 (90 kHz)

where (90 kHz) indicates that the numeric value shown therebefore is a  
count of a 90 kHz clock.

25       6. The optical disc as set forth in claim 4, wherein times PTS1 and  
PTS3 are defined by the following equation:

$$\text{PTS1} = \text{PTS3} = 90000 (90 \text{ kHz}) + T_v$$

where (90 kHz) indicates that the numeric value shown therebefore is a  
count of a 90 kHz clock, and  $T_v$  is the video data frame period.

7. The optical disc as set forth in any of claims 1 to 6, wherein video and audio part stream management information (Volume information) is further recorded to the optical disc, and

5 management information for the video part stream includes an identification flag (Audio\_Flag) for declaring there is audio data to be reproduced synchronized with the still picture data.

8. An optical disc recording apparatus for recording a system stream  
10 containing still picture data and audio data to be reproduced with the still picture data to an optical disc that is reproducible by a reproducing apparatus having a decoder buffer (53, 57), decoder (54, 58), and output section (55, 56), said optical disc recording apparatus comprising:

an encoder (1204), and

15 a system controller (1202);

said encoder (1204) generating a video part stream (ST1) comprising a plurality of units containing still picture data for at least one picture, and

20 an audio part stream (ST2) comprising one or a plurality of units containing audio data to be reproduced with the still picture data;

said encoder (1204) storing in said units time stamp information indicative of a time required for a decoding process and output;

25 wherein the time stamp information includes a time SCR2 indicative of a time at which the last unit in the video part stream is input to a decoder buffer (53), and

a time SCR3 indicative of a time at which the first unit in the audio part stream is input to a decoder buffer (57), and

said times SCR2 and SCR3 are defined to satisfy the following

equation:

$$\text{SCR2} + T_p \leq \text{SCR3}$$

where  $T_p$  is the time required from the start to the end of inputting one unit to a decoder buffer.

5

9. The optical disc recording apparatus as set forth in claim 8, wherein the encoder further stores as time stamp information:

a time SCR1 indicative of a time at which the first unit in the video part stream is input to a decoder buffer (53), and

10 a time PTS1 indicative of a time at which the video part stream is output from the output section (55, 56),

wherein times SCR1, SCR2, and PTS1 are defined as follow:

$$\text{SCR1} = 0$$

$$\text{SCR2} \leq 27000000 (27 \text{ MHz}) - T_p$$

15 
$$\text{PTS1} = 90000 (90 \text{ kHz}) + T_v$$

where (27 MHz) indicates that the numeric value shown therebefore is a count of a 27 MHz clock,

(90 kHz) indicates that the numeric value shown therebefore is a count of a 90 kHz clock,

20  $T_p$  is the time required to transfer the last unit of the video part stream, and

$T_v$  is the video data frame period.

10. The optical disc recording apparatus as set forth in claim 9, wherein the encoder further stores as time stamp information:

25

a time PTS3 indicative of a time at which the audio part stream is output from the decoder (58); and

times SCR3 and PTS3 are defined as follow:

SCR3 = 27000000 (27 MHz)

PTS3 = 90000 (90 kHz) + Tv.

11. The optical disc recording apparatus as set forth in any of claims 8  
5 to 10, wherein the system controller generates video and audio part  
stream management information, and stores in the management  
information for the video part stream an identification flag (Audio\_Flag)  
for declaring there is audio data to be reproduced synchronized with the  
still picture data.
12. The optical disc recording apparatus as set forth in any of claims 8  
to 11, wherein the system controller records audio data reproduction time  
(Cell\_Playback\_Time) in the management information for the audio part  
stream.
13. An optical disc reproducing apparatus for reproducing an optical  
disc as set forth in claim 7, said optical disc reproducing apparatus  
comprising:
- a decoder buffer (53, 57);
  - 20 a decoder (54, 58);
  - an output section (55, 56); and
  - a system controller (51);
- wherein when the system controller (51) detects that the  
identification flag (Audio\_Flag) is set, the system controller (51)  
25 synchronously reproduces still picture data in the video part stream and  
audio data in the audio part stream.
14. The optical disc reproducing apparatus as set forth in claim 13,

wherein when the system controller (51) detects that the identification flag (Audio\_Flag) is set,

5 a decoder (54) completely decodes one picture of still picture data recorded to the video part stream and sends the decoded data to the output section (55, 56);

a decoder (58) then decodes while reproducing audio data stored to the audio part stream; and

presentation of still picture data from output section (55, 56) begins with a start of audio presentation.

10

15. An optical disc recording method for recording a system stream containing still picture data and audio data to be reproduced with the still picture data to an optical disc that is reproducible by a reproducing apparatus having a decoder buffer (53, 57), decoder (54, 58), and output section (55, 56), said optical disc recording method comprising:

a video part stream (ST1) recording step for recording a video part stream (ST1) comprising a plurality of units containing still picture data for at least one picture;

20 an audio part stream (ST2) recording step for recording an audio part stream (ST2) comprising one or a plurality of units containing audio data to be reproduced with the still picture data; and

a time stamp information recording step for recording time stamp information indicative of a time required for a decoding process and output to said units;

25 wherein the time stamp information includes a time SCR2 indicative of a time at which the last unit in the video part stream is input to a decoder buffer (53), and

a time SCR3 indicative of a time at which the first unit in the audio

part stream is input to a decoder buffer (57), and

said times SCR2 and SCR3 are defined to satisfy the following equation:

$$\text{SCR2} + T_p \leq \text{SCR3}$$

5        where  $T_p$  is the time required from the start to the end of inputting one unit to a decoder buffer.

16.    The optical disc recording method as set forth in claim 15, wherein the time stamp information further includes:

10        a time SCR1 indicative of a time at which the first unit in the video part stream is input to a decoder buffer (53), and

         a time PTS1 indicative of a time at which the video part stream is output from the output section (55, 56),

         wherein times SCR1, SCR2, and PTS1 are defined as follow:

15         $\text{SCR1} = 0$

$\text{SCR2} \leq 27000000 \text{ (27 MHz)} - T_p$

$\text{PTS1} = 90000 \text{ (90 kHz)} + T_v$

         where (27 MHz) indicates that the numeric value shown therebefore is a count of a 27 MHz clock,

20        (90 kHz) indicates that the numeric value shown therebefore is a count of a 90 kHz clock,

$T_p$  is the time required to transfer the last unit of the video part stream, and

$T_v$  is the video data frame period.

25

17.    The optical disc recording method as set forth in claim 16, wherein the time stamp information further includes:

         a time PTS3 indicative of a time at which the audio part stream is



output from the decoder (58); and

times SCR3 and PTS3 are defined as follow:

SCR3 = 27000000 (27 MHz)

PTS3 = 90000 (90 kHz) + Tv.

5

18. The optical disc recording method as set forth in any of claims 15 to 17, further comprising:

10 a management information recording step for recording management information for the video and audio part streams, and generates in the management information for the video part stream an identification flag (Audio\_Flag) for declaring there is audio data to be reproduced synchronized with the still picture data.

15 19. The optical disc recording method as set forth in claim 18, wherein an audio data reproduction time (Cell\_Playback\_Time) is further stored in the management information for the audio part stream.

20 20. An optical disc reproduction method for reproducing an MPEG stream recorded to an optical disc as set forth in claim 7, said optical disc reproduction method comprising:

a detection step for detecting whether an identification flag (Audio\_Flag) for declaring there is audio data to be reproduced synchronized with the still picture data is set in the management information of still picture data for a single picture; and

25 a playback step for synchronously reproducing still picture data and audio data according to the detected state of the identification flag (Audio\_Flag).

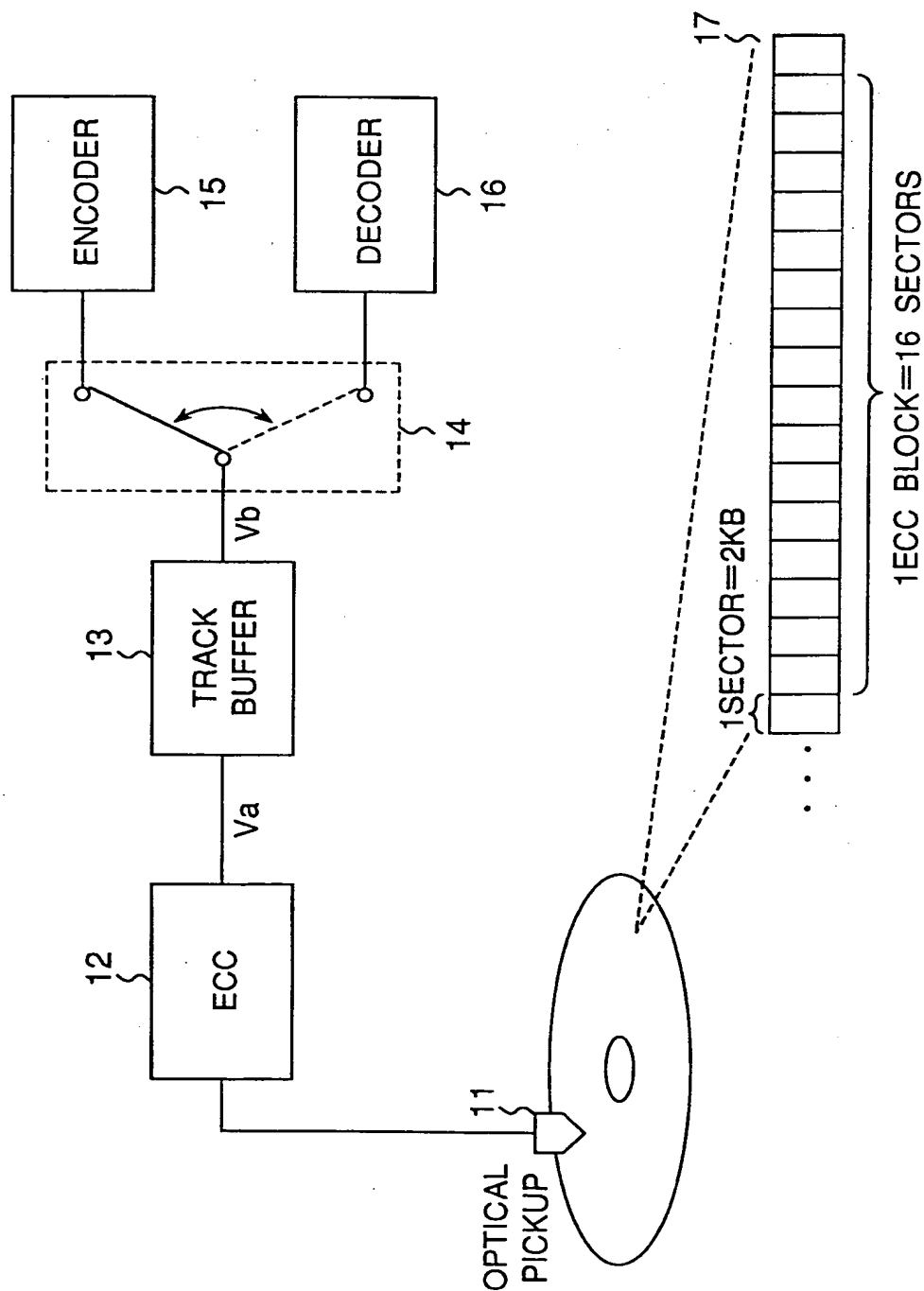
21. The optical disc reproduction method as set forth in claim 20, wherein the playback step for synchronously reproducing still picture data and audio data comprises:

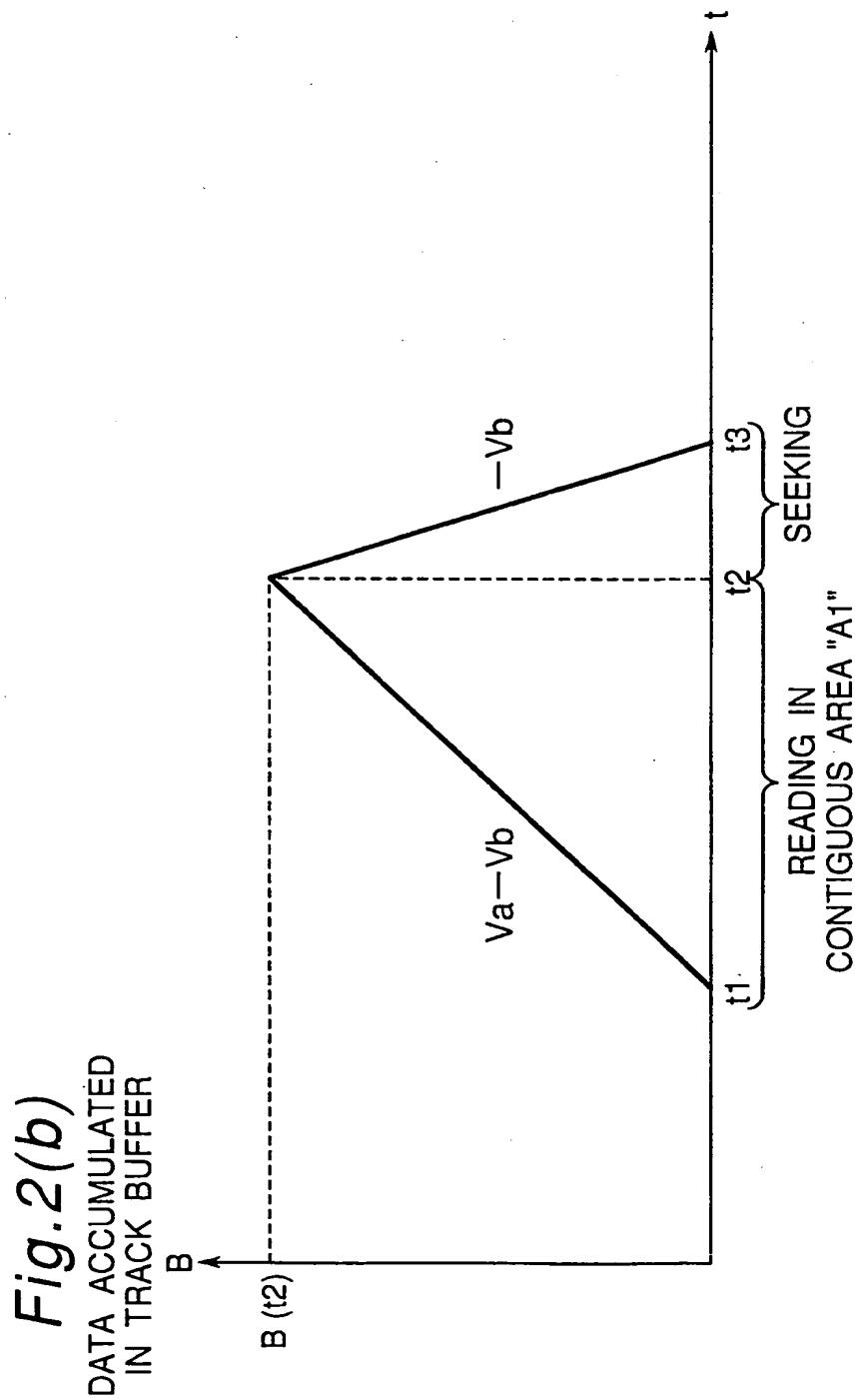
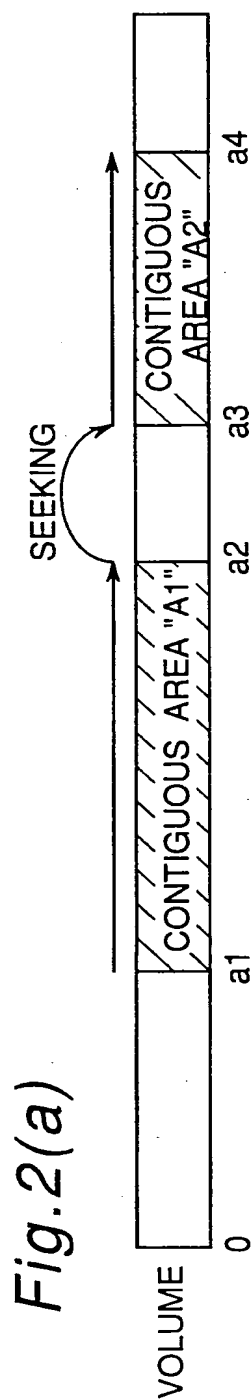
5 a decoding step for completing decoding still picture data for one picture according to the detected state of the identification flag (Audio\_Flag);

a reproducing step for then decoding and reproducing the audio data;

10 wherein reproducing decoded still picture data starts simultaneously to a start of audio presentation.

Fig. 1





3/20

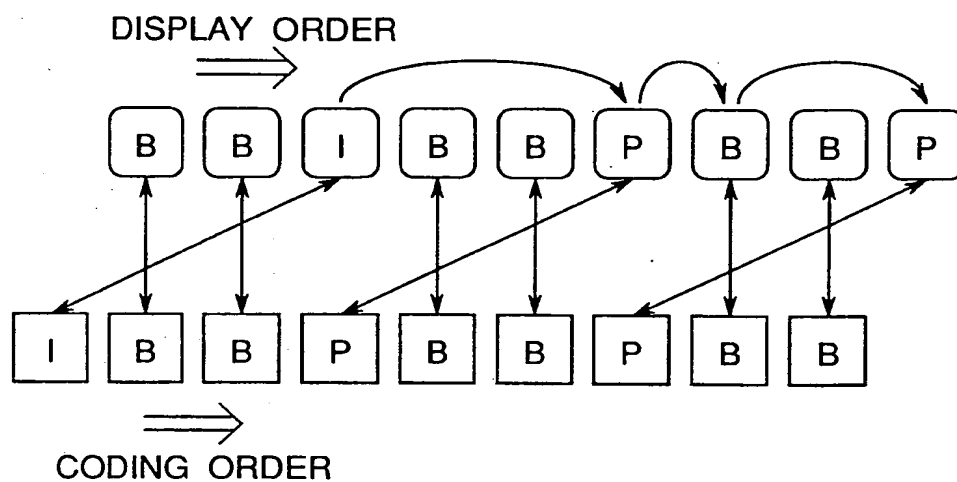
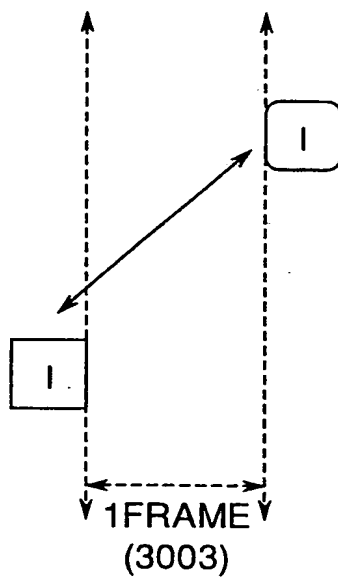
*Fig.3(a)**Fig.3(b)*

Fig.4

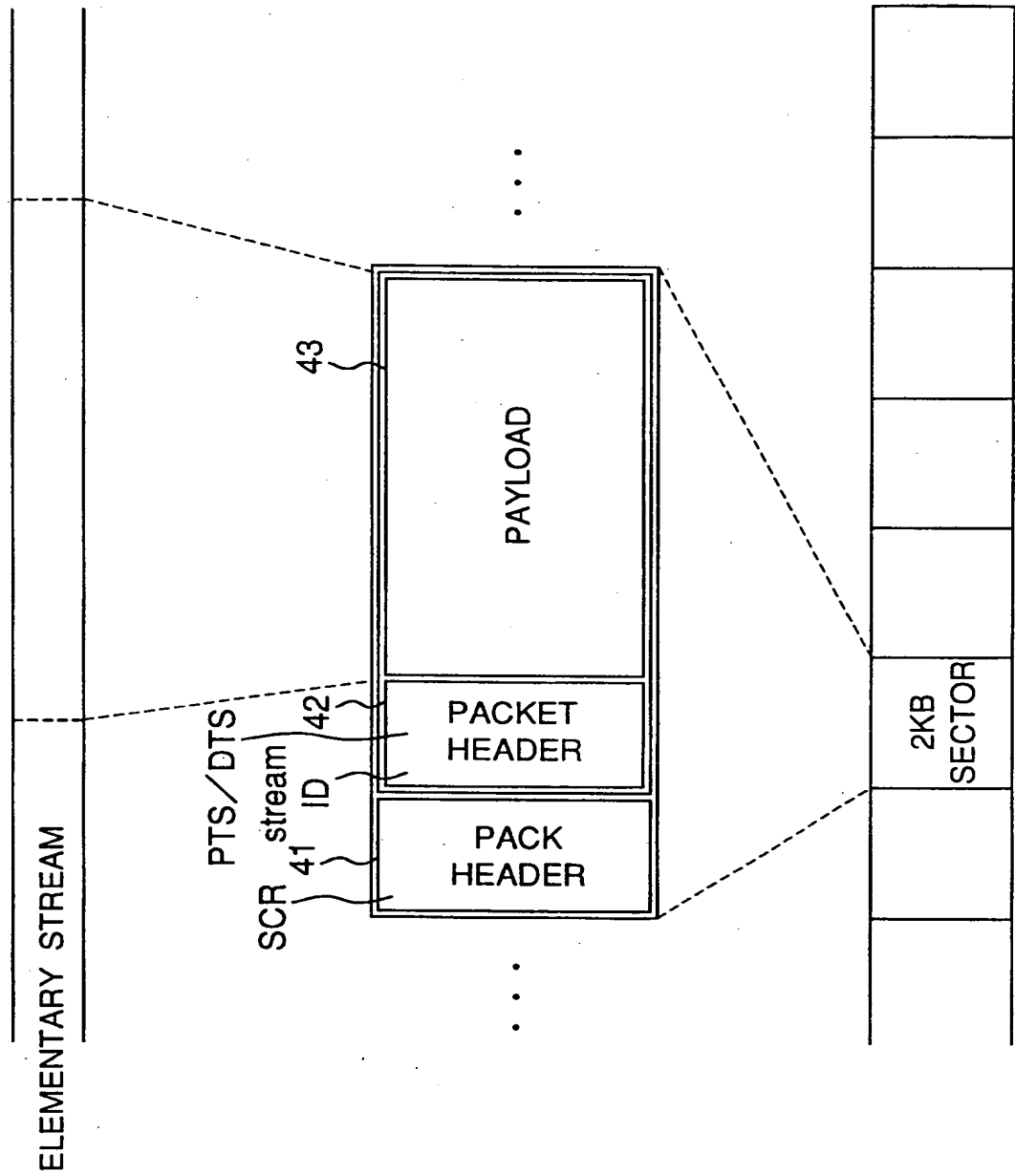
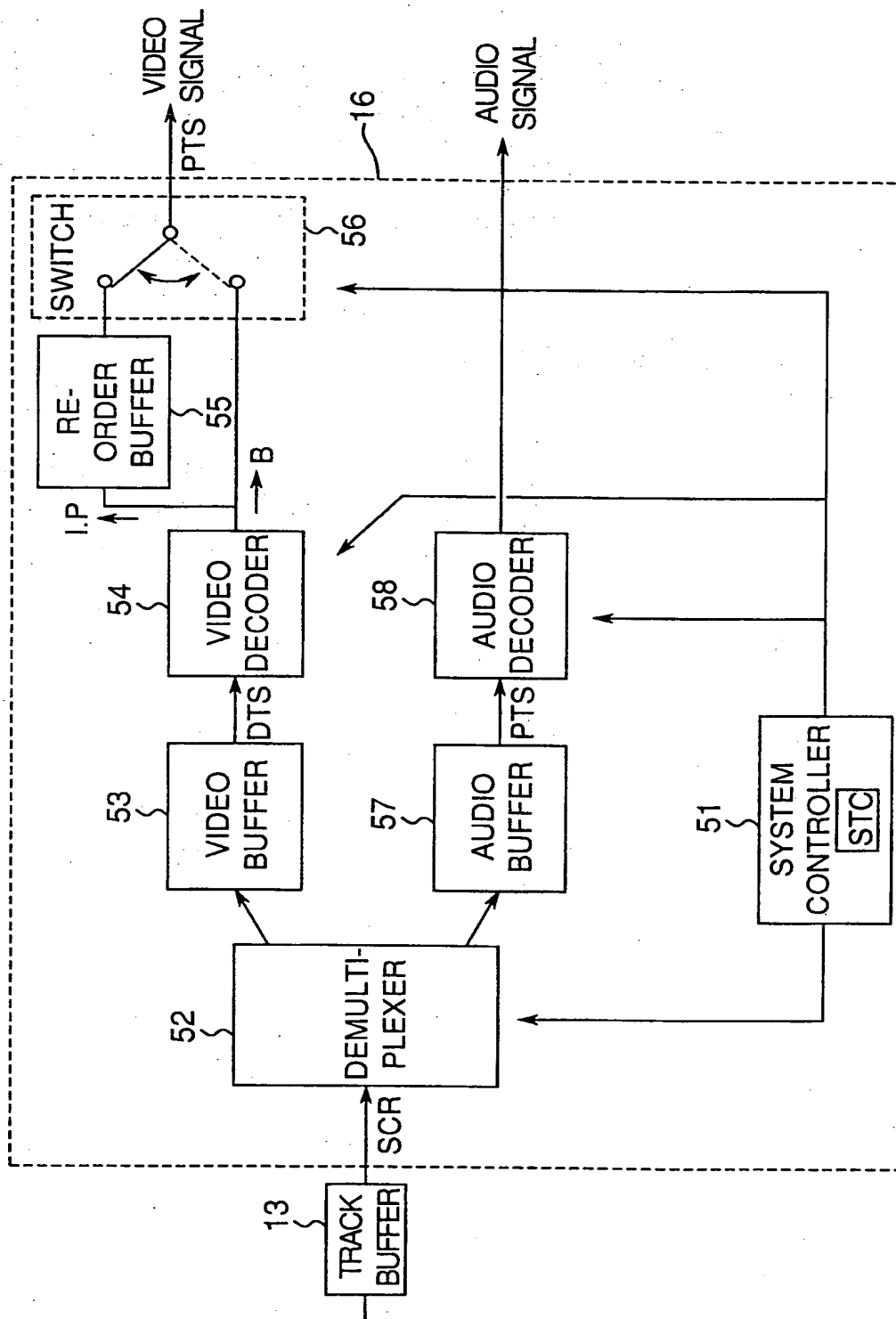


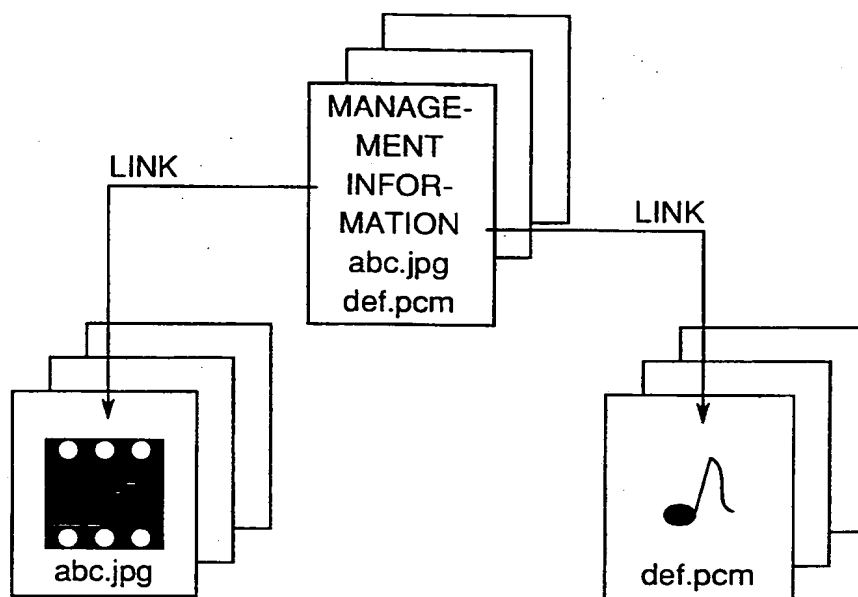
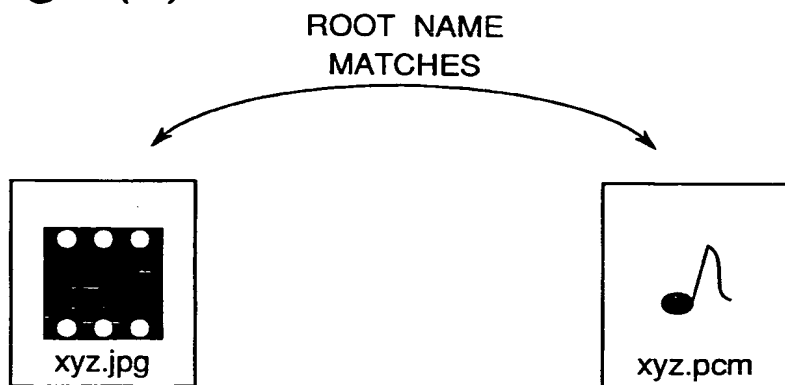
Fig. 5







7/20

*Fig.7(a)**Fig.7(b)*

8/20

Fig.8(a)

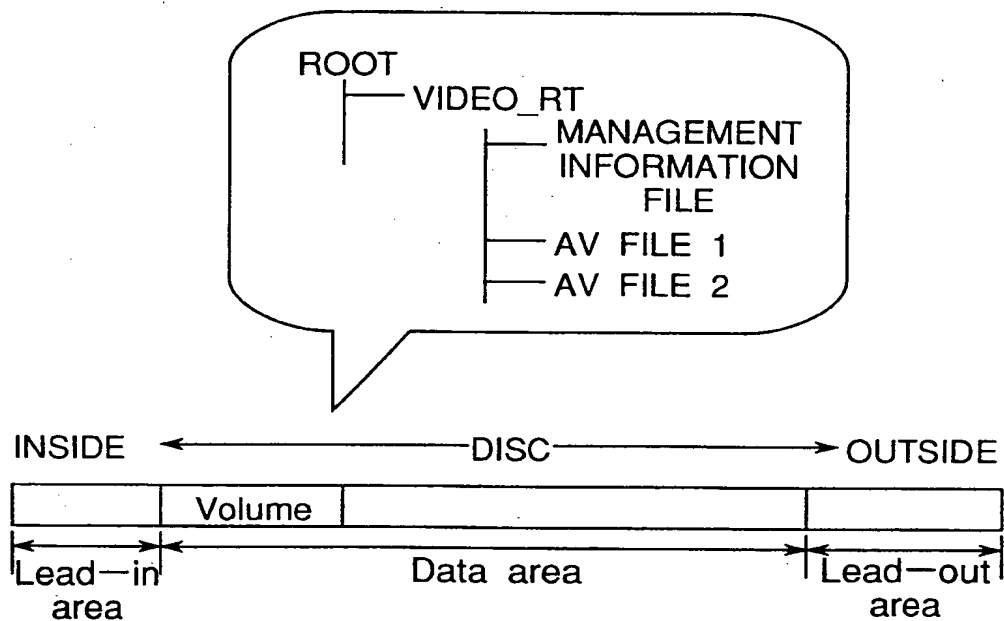


Fig.8(b)

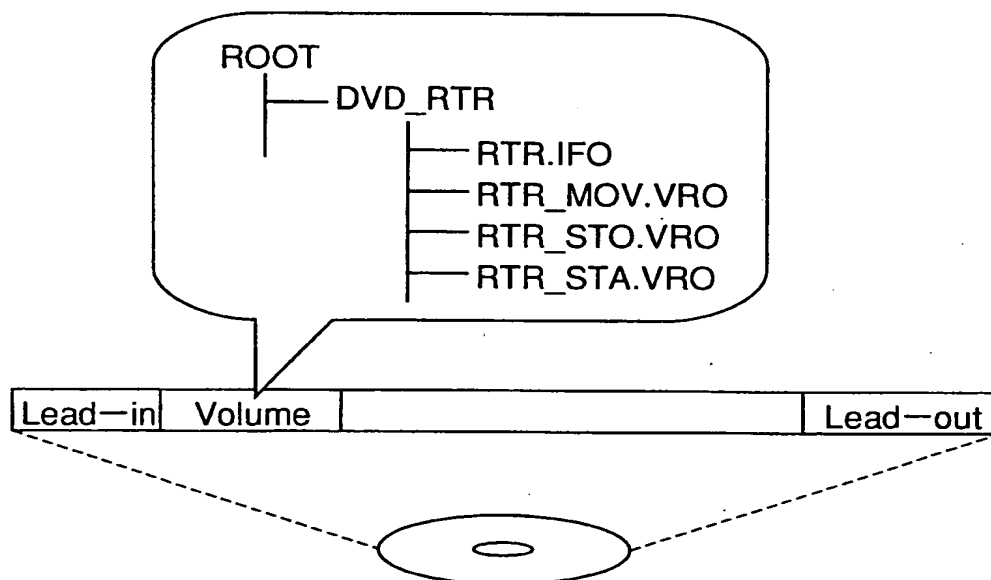


Fig. 9(a)

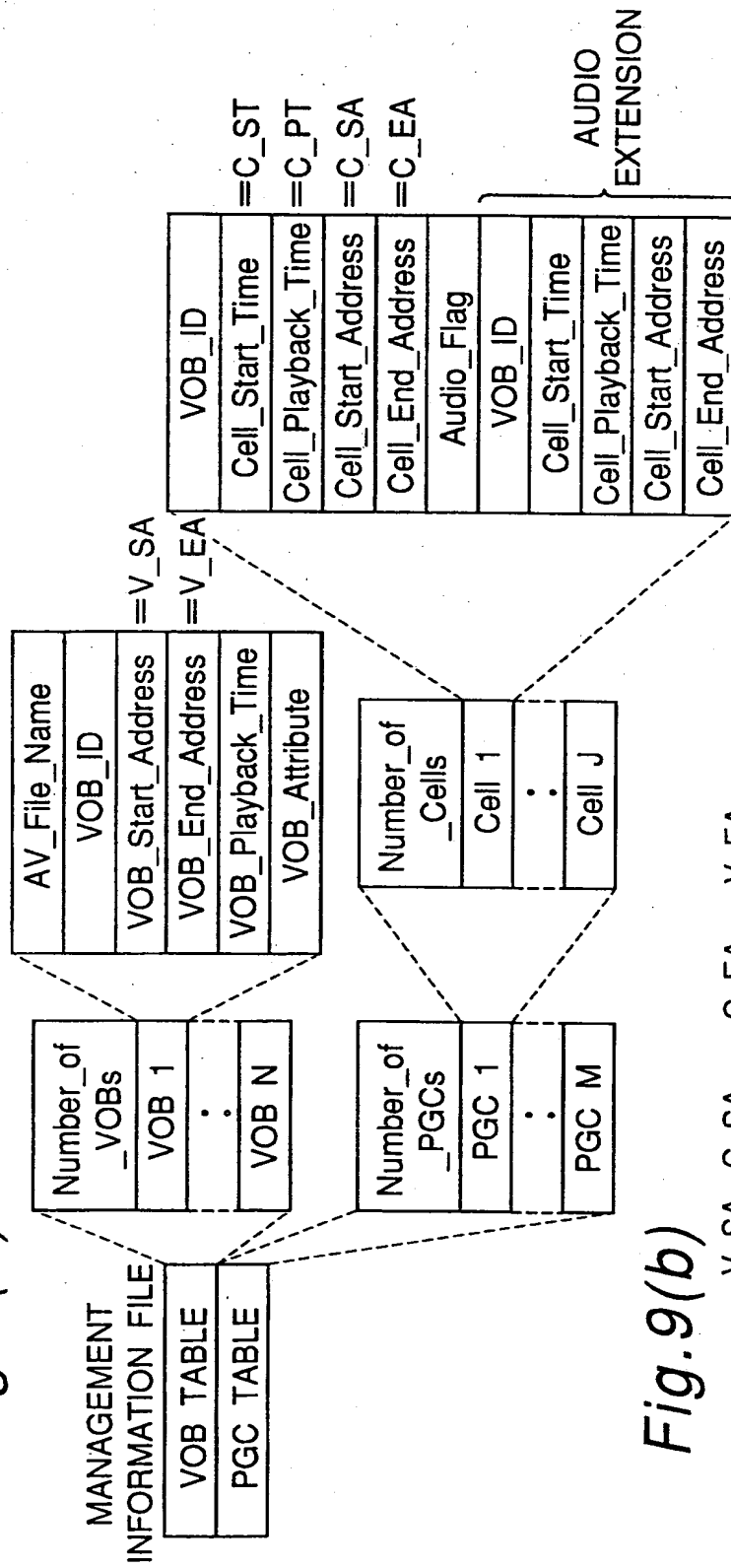
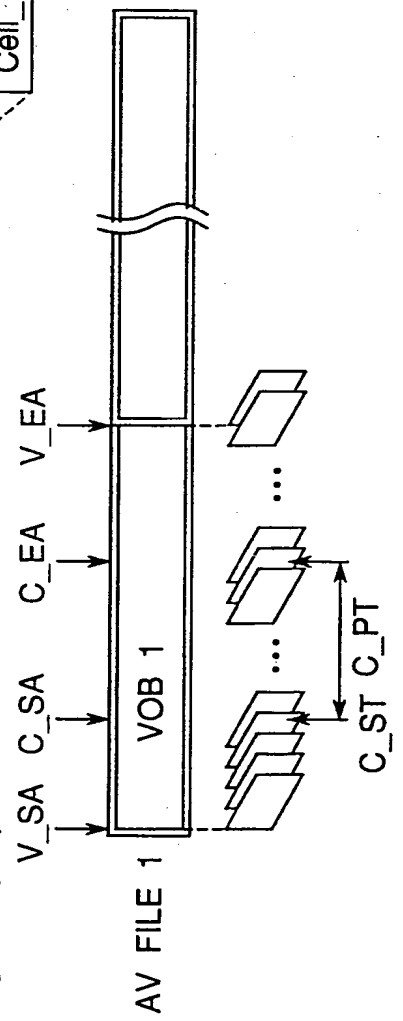
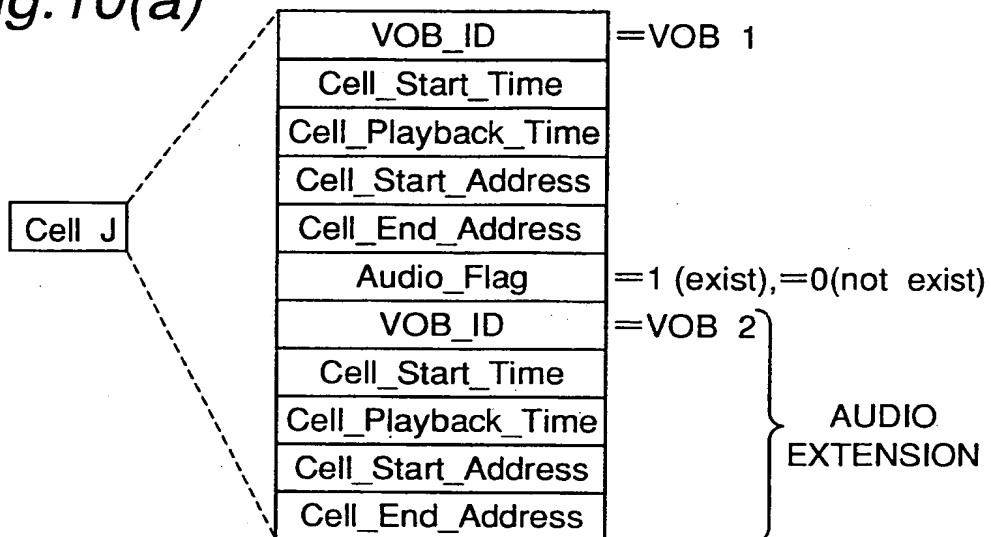
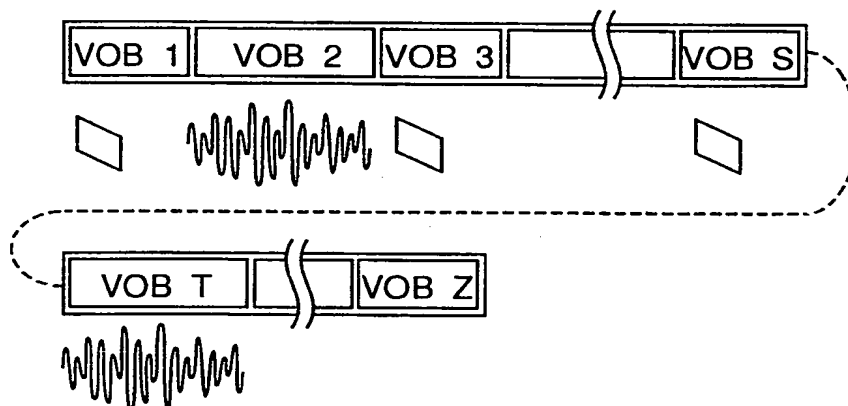
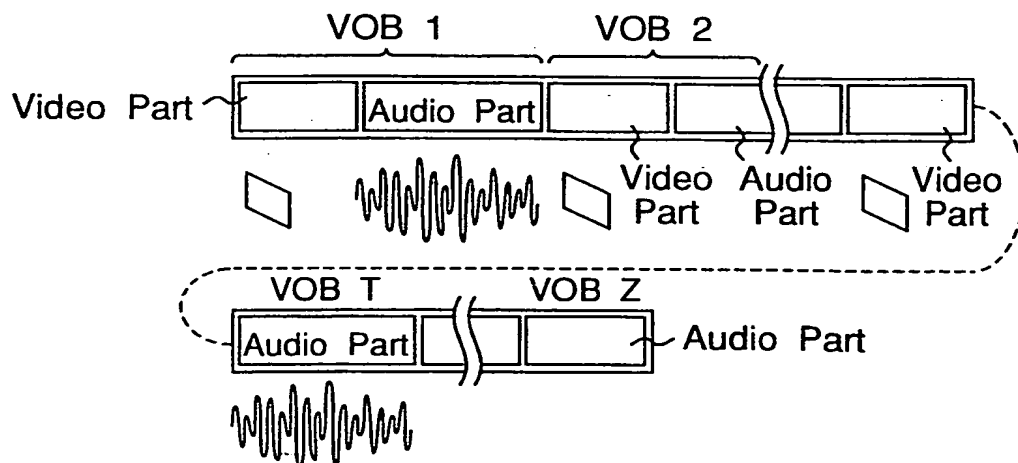


Fig. 9(b)

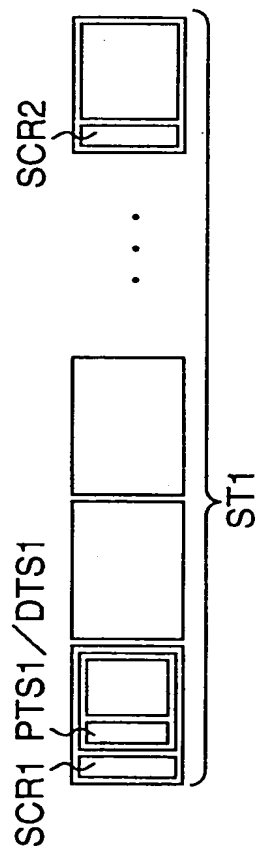


10/20

*Fig.10(a)**Fig.10(b)**Fig.10(c)*

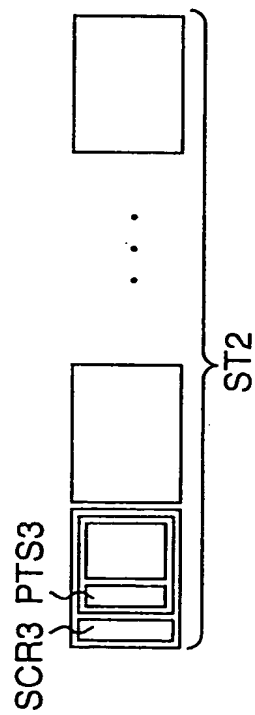
*Fig. 11(a)*

STILL PICTURE DATA VOB



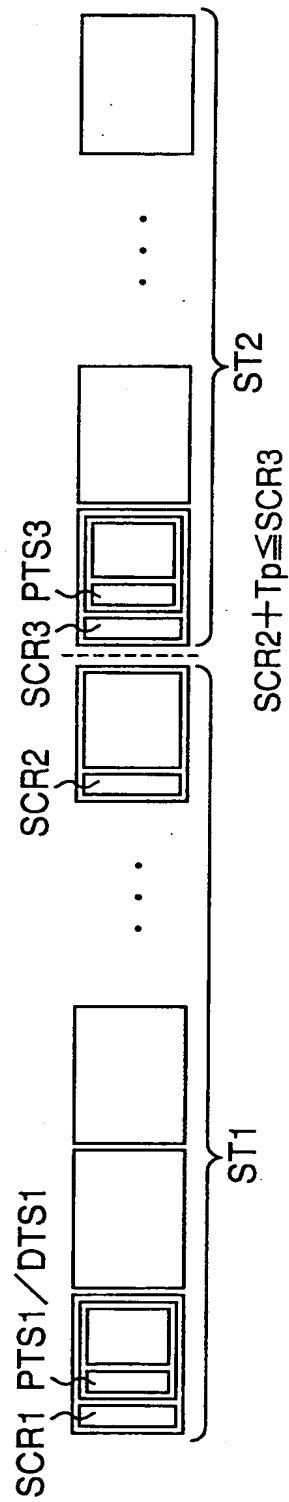
*Fig. 11(b)*

AUDIO DATA VOB



*Fig. 11(c)*

COMBINED VOB



12/20

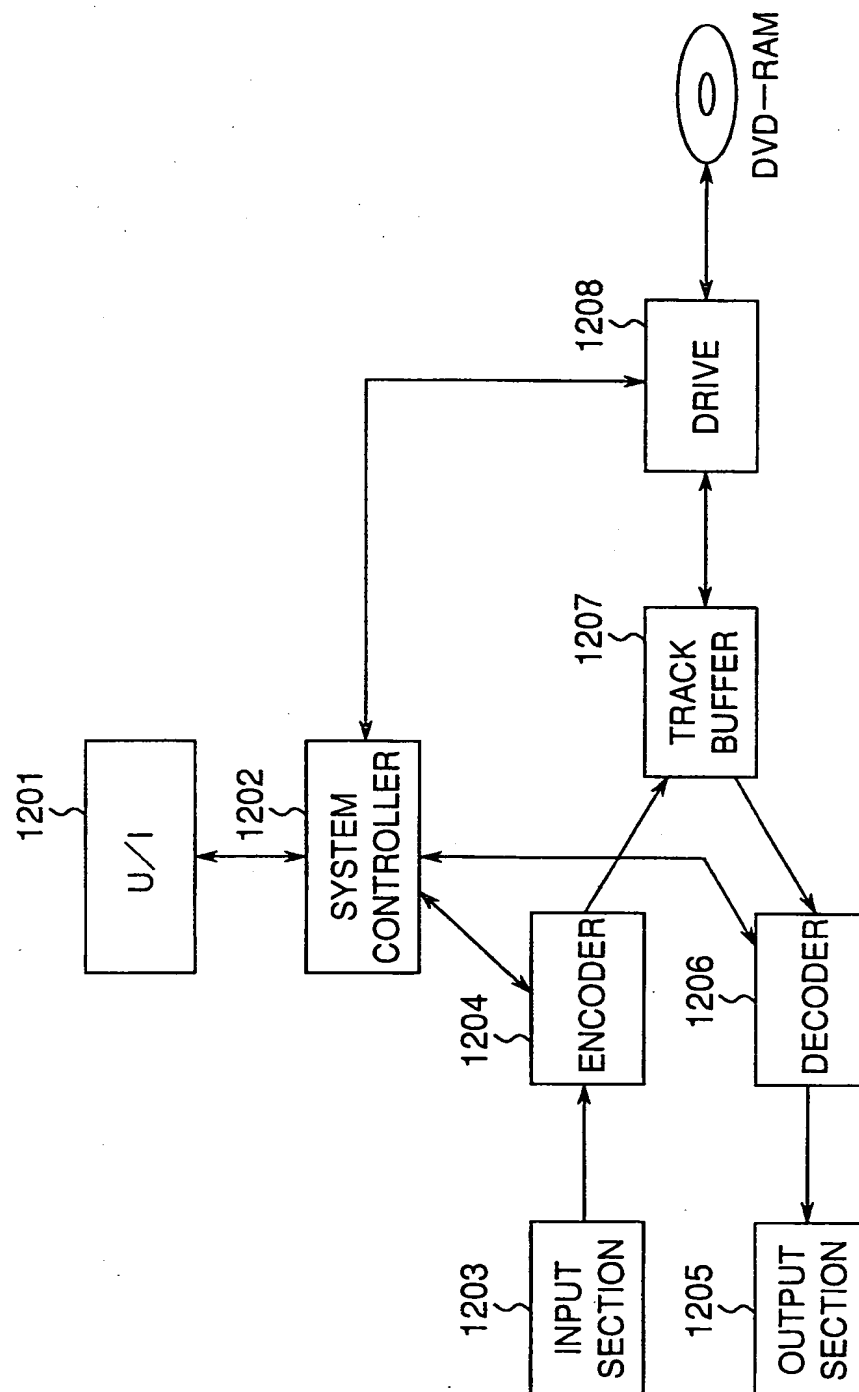
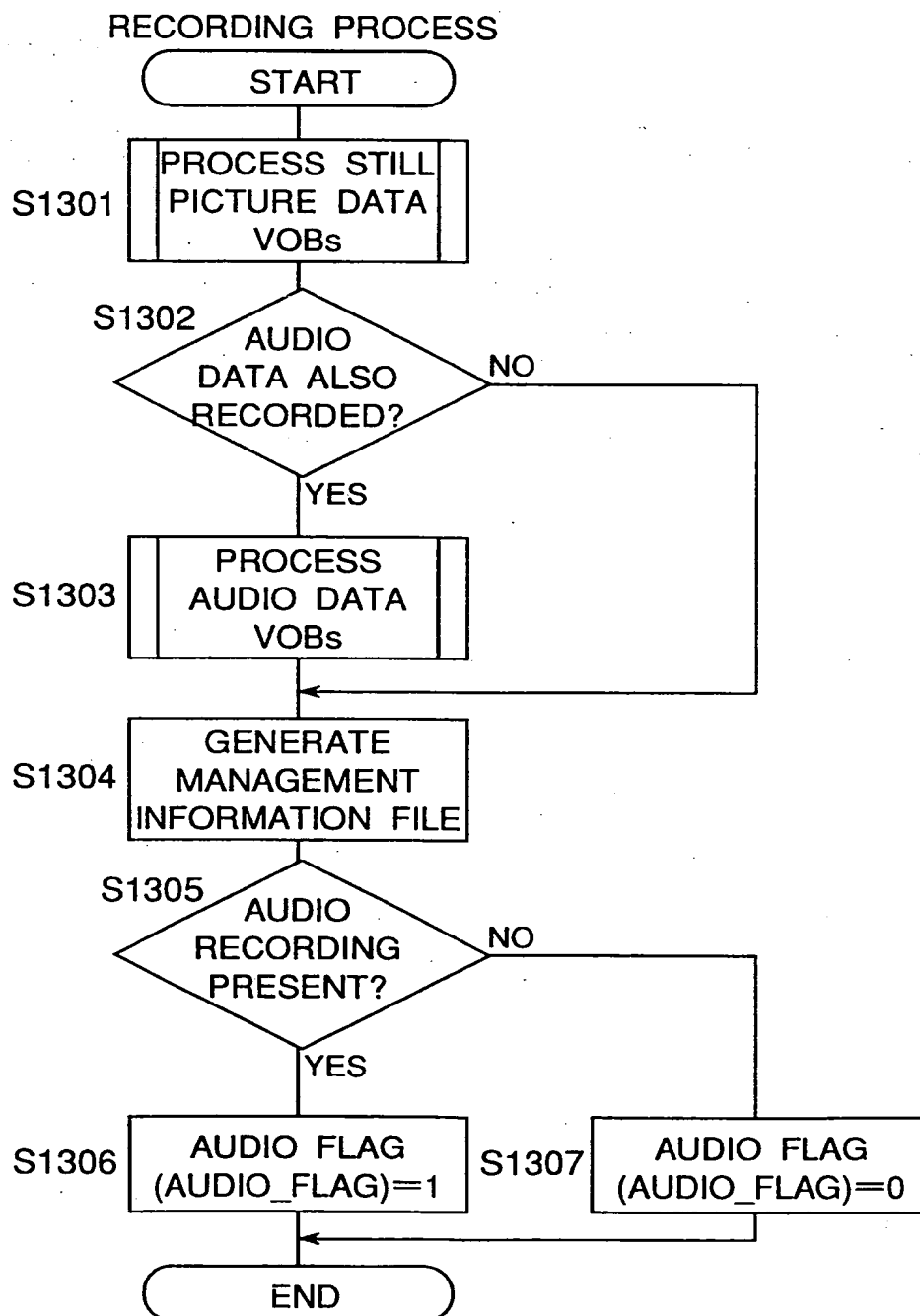
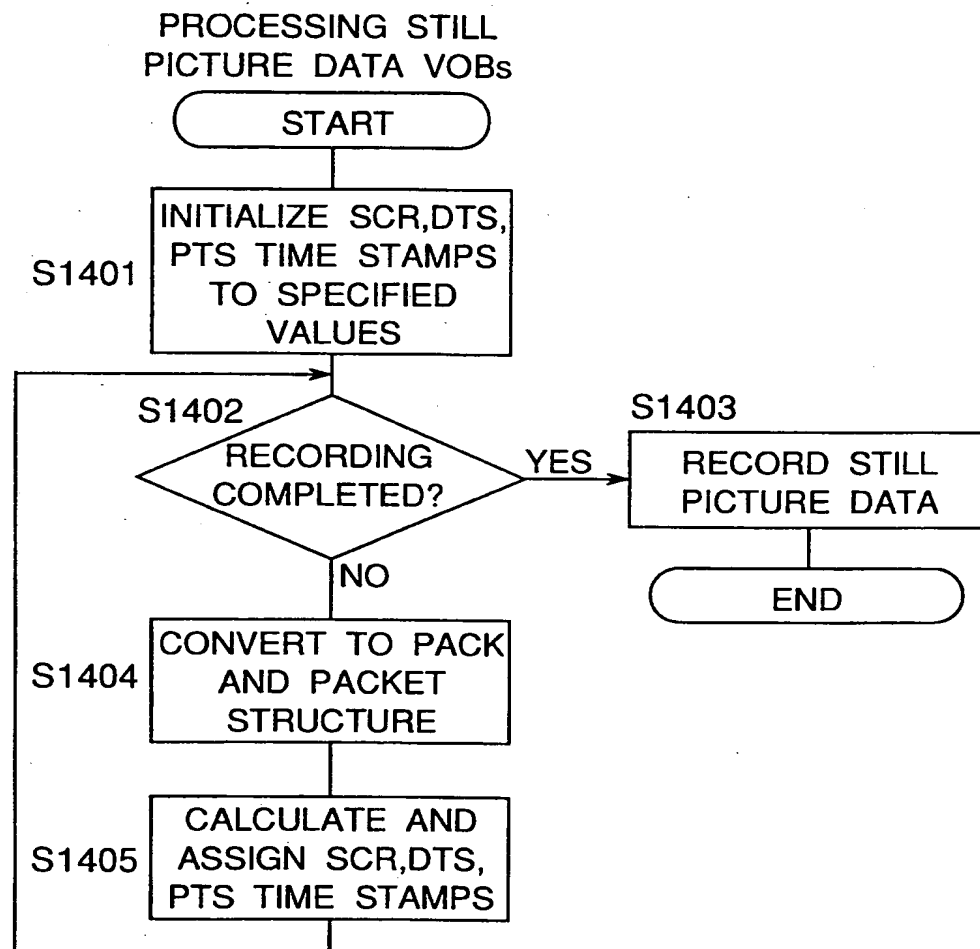


Fig. 12

13/20

Fig. 13



*Fig. 14*



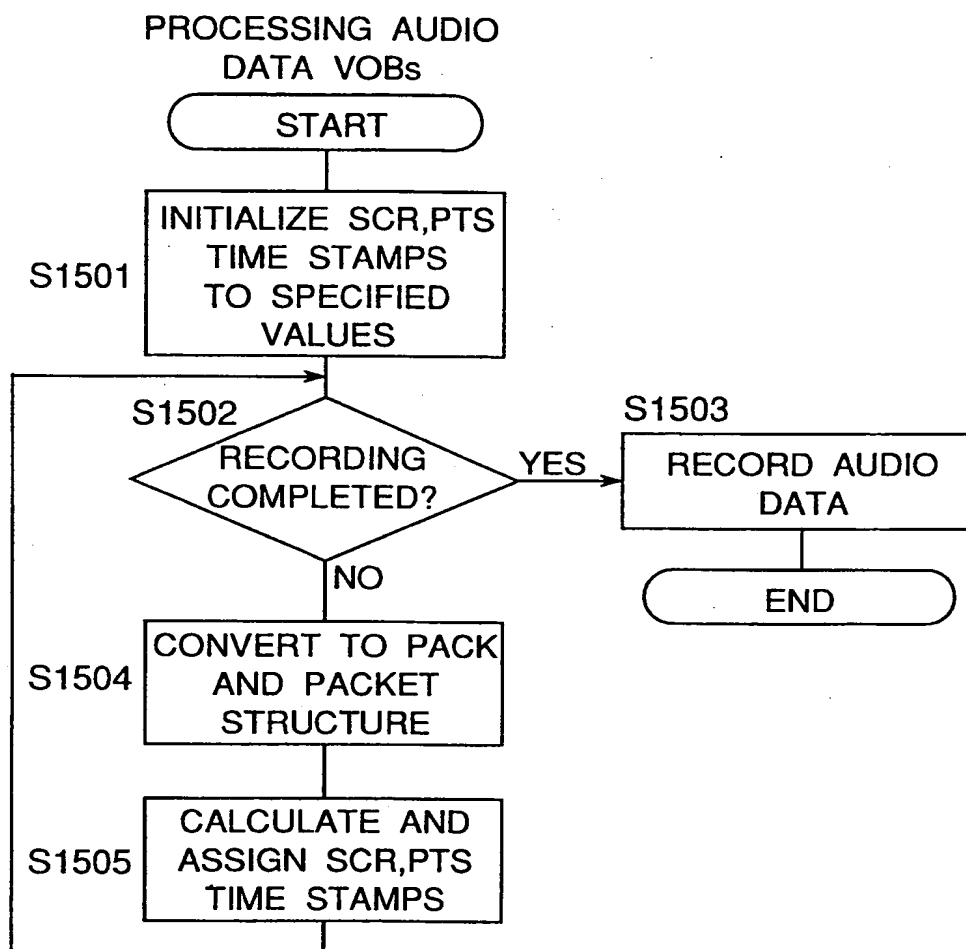
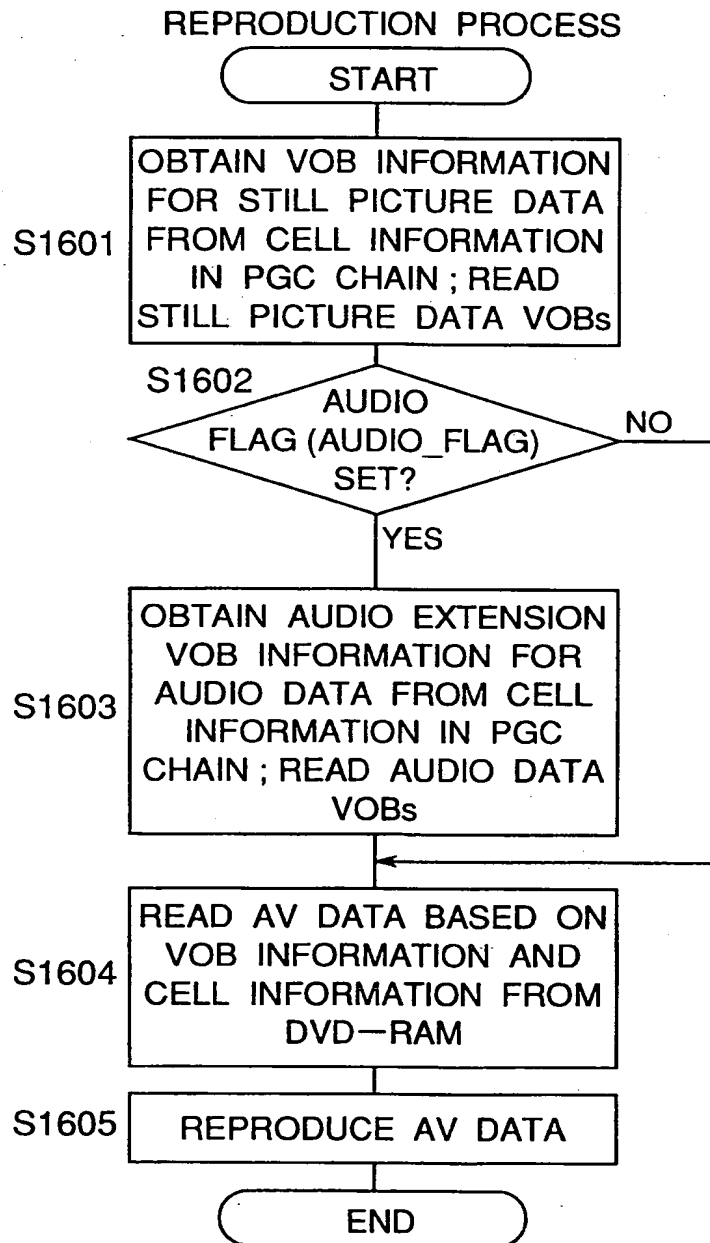
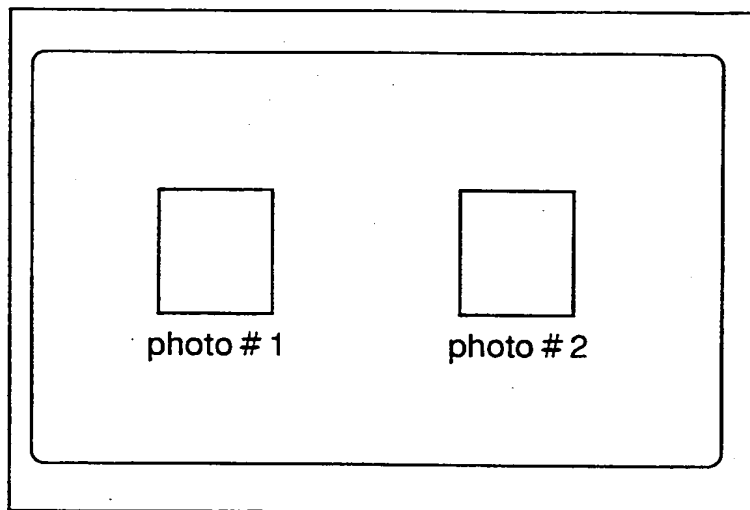
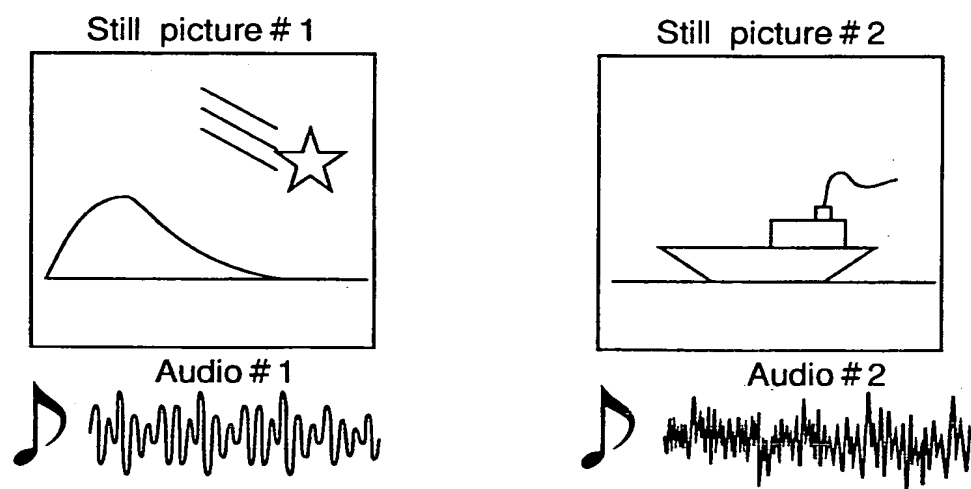
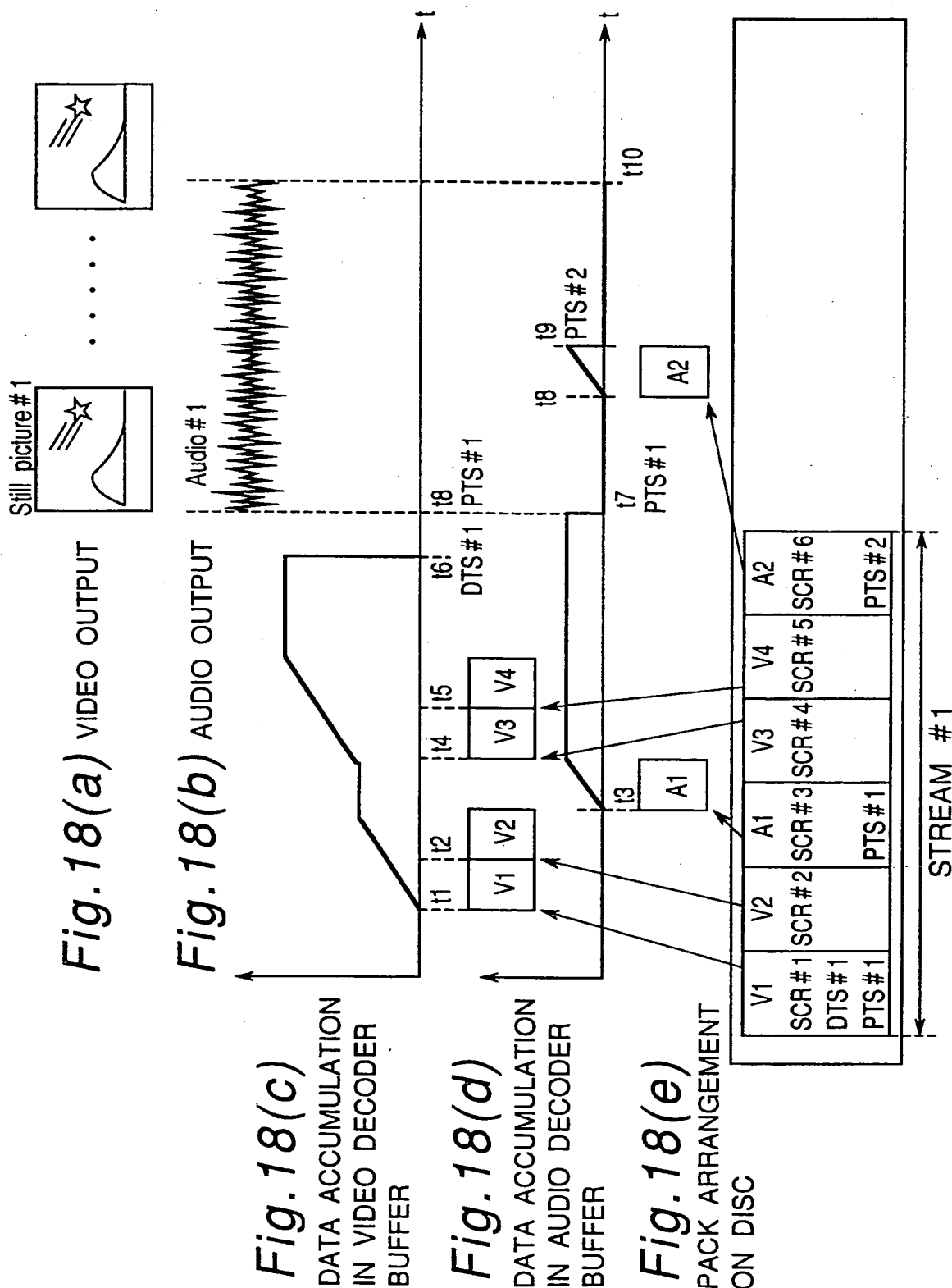
*Fig.15*

Fig.16



17/20

*Fig. 17(a)**Fig. 17(b)*



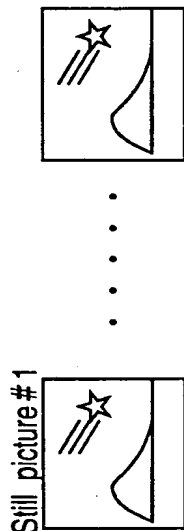


Fig. 19(a) VIDEO OUTPUT

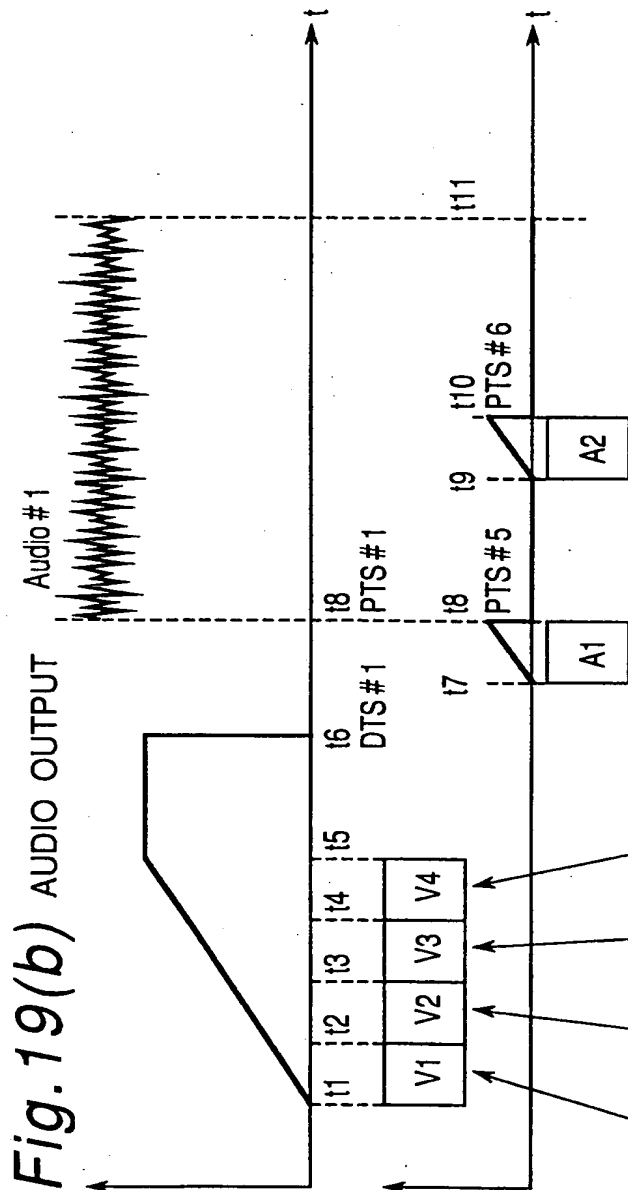


Fig. 19(b) AUDIO OUTPUT

Fig. 19(c)

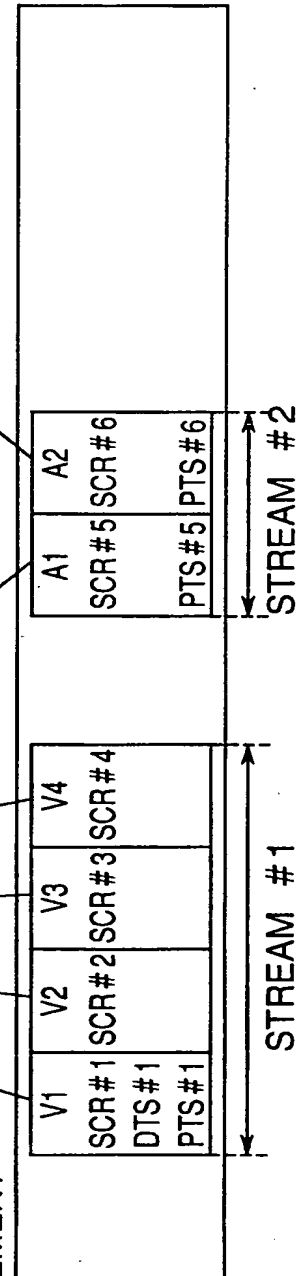
DATA ACCUMULATION  
IN VIDEO DECODER  
BUFFER

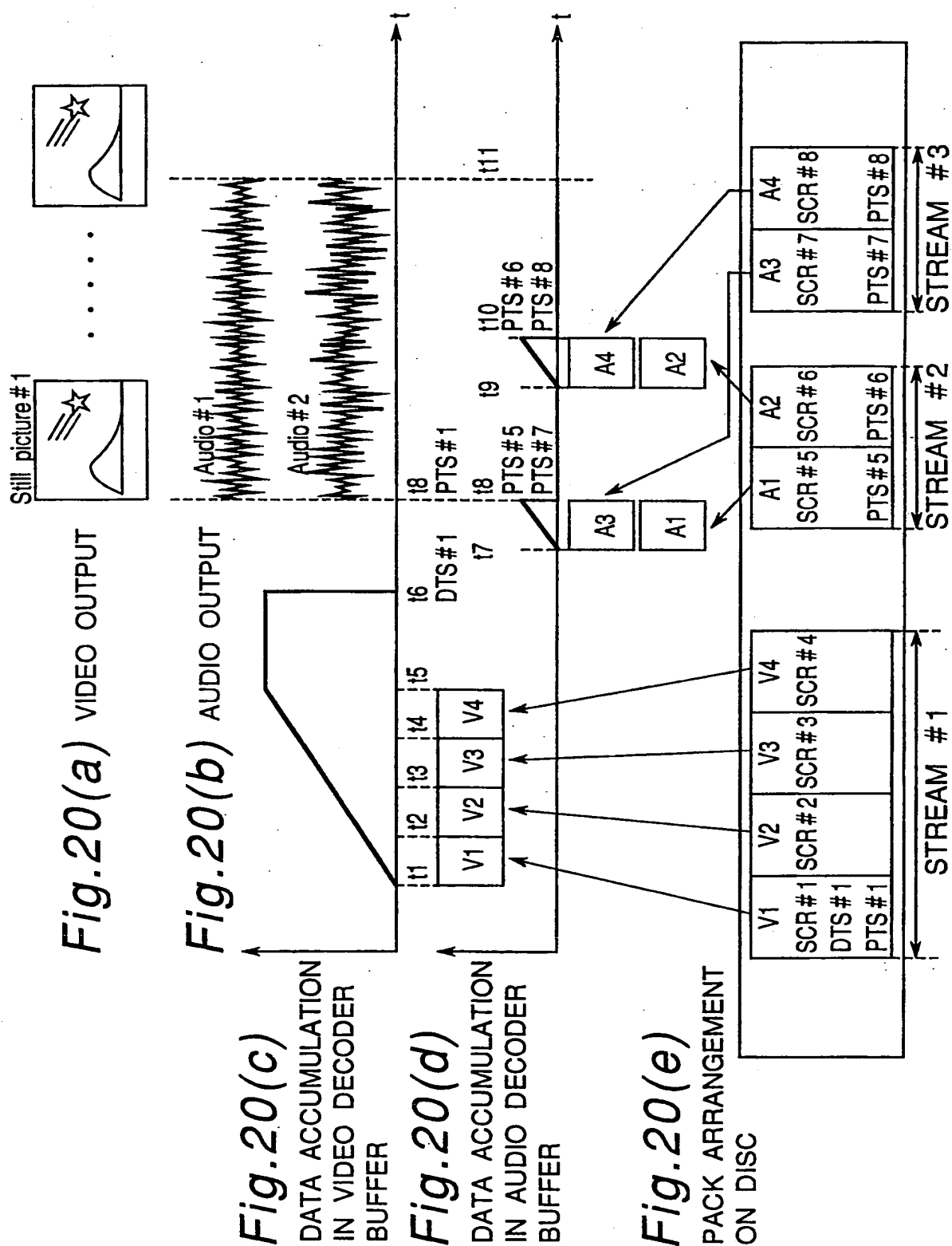
Fig. 19(d)

DATA ACCUMULATION  
IN AUDIO DECODER  
BUFFER

Fig. 19(e)

PACK ARRANGEMENT  
ON DISC





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/JP 99/01811

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 H04N9/806

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 755 162 A (SONY CORPORATION) 22 January 1997 see page 3, line 41 - page 9, line 48; figures 3,14 ----	1,8,15
A	US 5 614 946 A (FUKUOKA) 25 March 1997 see the whole document ----	1,8,15
A	US 5 481 543 A (VELTMAN) 2 January 1996 see column 1, line 61 - column 5, line 30; figures 1-3 -----	1,8,15

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 June 1999

Date of mailing of the international search report

25/06/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Verleye, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/JP 99/01811

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 755162	A	22-01-1997	AU 6060996 A	30-01-1997
			CA 2181628 A	22-01-1997
			JP 9097490 A	08-04-1997
			SG 52822 A	28-09-1998
US 5614946	A	25-03-1997	JP 6098290 A	08-04-1994
			DE 4319232 A	16-12-1994
US 5481543	A	02-01-1996	AU 682045 B	18-09-1997
			AU 6936494 A	03-01-1995
			CA 2141672 A	22-12-1994
			CN 1110893 A	25-10-1995
			EP 0654199 A	24-05-1995
			WO 9430014 A	22-12-1994
			JP 8505024 T	28-05-1996
			AU 672070 B	19-09-1996
			AU 5483494 A	01-09-1994
			DE 69417795 D	20-05-1999
			EP 0618728 A	05-10-1994
			JP 6343065 A	13-12-1994